EX BIBLIOTHECA
STEPHANI-FRANCISCI DUTOUR,
Equitis, Domini de Bellenave &
Salvert, in regiâ & pariſienſe
Scientiarum Academiâ Sociati.

131

BURNDY
LIBRARY
Chartered in 1941
GIFT OF
BERN DIBNER

M. I
His v
tract
publi
1731

BECCARIA (Giac. Batt.) Torino 1753

Les notes
marginales ←
sont de M. l'abbé
Nollet ecrites de
sa main

Cést M. Dutour
qui a ecrit celà

MICROFILM FOR BUSINESS AND INDUSTRY

Pieces sur le magnetisme, l'Electricité, &c — by Dutour

DE LA ME'THODE D'OBSERVER EN MER LA DE'CLINAISON DE LA BOUSSOLE.

PIECE QUI A REMPORTE' LE PRIX
proposé par l'Académie Royale des Sçiences
pour l'année 1731.

Par Monsieur BOUGUER, *Hydrographe du Roy au Havre de Grace, & Membre de l'Académie Royale de Bordeaux.*

A PARIS, RUE S. JACQUES,
Chez CLAUDE JOMBERT, au coin de la ruë des Mathurins, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. XXXI.

Avec Approbation & Privilege du Roy.

AVERTISSEMENT.

L'Academie a jugé qu'après la piece qui a remporté le Prix, celle qui en a le plus approché, est celle qui a pour Devise, *Omnibus oblatum, cunctis acquirere fas est*. num. 3. & ensuite la piece Latine, num. 8. qui a pour Devise, *Nova si nigri videas miracula saxi &c.* Claudian. Epigr. XIV.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS par la grace de Dieu Roy de France & de Navarre : A nos amez & feaux Conseillers, les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maîtres des Requestes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conseil, Prevôts de Paris, Baillifs, Senechaux, leurs Lieutenans Civils & autres nos Justiciers qu'il appartiendra, Salut. Notre bien amé & feal le *Sieur Jean-Paul Bignon, Conseiller ordinaire en notre Conseil d'Etat, & Président de notre Académie Royale des Sciences*, Nous ayant fait très-humblement exposer, que depuis qu'il nous a plû donner à notredite Académie, par un Réglement nouveau, de nouvelles marques de notre affection, elle s'est appliquée avec plus de soin à cultiver les Sciences, qui font l'objet de ses exercices ; ensorte qu'outre les Ouvrages qu'elle a déja donnez au Public, elle seroit en état d'en produire encore d'autres, s'il nous plaisoit lui accorder de nouvelles Lettres de Privileges, attendu que celles que Nous lui avons accordées en datte du 6. Avril 1699. n'ayant point de tems limité, ont été déclarées nulles par un Arrêt de notre Conseil d'Etat du 13. Août 1713. Et désirant donner au Sieur Exposant toutes les facilitez & les moyens qui peuvent contribuer à rendre utiles au Public les travaux de notredite Académie Royale des Sciences, Nous avons permis & permettons par ces Présentes à ladite Académie, de faire imprimer, vendre & débiter dans tous les lieux de notre obéïssance, par tel Imprimeur qu'elle voudra choisir, en telle forme, marge, caractere, & autant de fois que bon lui semblera, *toutes ses Recherches ou Observations journalieres, & Relations annuelles de tout ce qui aura été fait dans les Assemblées ;* comme aussi *les Ouvrages, Mémoires ou Traitez de chacun des Particuliers qui la composent*, & généralement tout ce que ladite Académie voudra faire paroître sous son nom, après avoir fait examiner lesdits Ouvrages, & jugé qu'ils sont dignes de l'impression ; & ce pendant le tems de *quinze années* consécutives, à compter du jour de la datte desdites presentes. Faisons défenses à toutes sortes de personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre Royaume ; comme aussi à tous Imprimeurs, Libraires & autres, d'imprimer, faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire lesdits Ouvrages imprimez par l'Imprimeur de ladite Académie, ou de ceux qui auront droit d'eux : à peine contre chacun des contrevenans de confiscation des Exemplaires contrefaits au profit de sondit Imprimeur : de trois mille livres d'amende, dont un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, un tiers audit Imprimeur, & l'autre tiers audit Dénonciateur, & de tous dépens, dommages &

interêts, à condition que ces Présentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, & ce dans trois mois de ce jour : que l'impression de chacun desdits Ouvrages sera faite dans notre Royaume & non ailleurs, & ce en bon papier & en beaux caracteres, conformément aux Réglemens de la Librairie, & qu'avant que de les exposer en vente, il en sera mis de chacun deux exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notre très-cher & feal Chevalier Chancelier de France le Sieur Daguesseau ; le tout à peine de nullité des Présentes. Du contenu desquels vous mandons & enjoignons de faire jouir ladite Académie, ou ses ayans cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie desdites Présentes, qui sera imprimée au commencement ou à la fin desdits Ouvrages, soit tenuë pour dûëment signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amez & feaux Conseillers & Secretaires, foi soit ajoûtée comme à l'original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent de faire pour l'execution d'icelles, tous actes requis & necessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Normande & Lettres à ce contraires. Car tel est notre plaisir. Donné à Paris le 29. jour du mois de Juin, l'an de grace 1717. & de notre Regne le deuxiéme. Par le Roy en son Conseil.

Signé, FOUQUET.

Il est ordonné par l'Edit du Roy du mois d'Août 1686. & Arrêt de son Conseil, que les Livres dont l'impression se permet par Privilege de Sa Majesté, ne pourront être vendus que par un Libraire ou Imprimeur.

Registré le présent Privilege, ensemble la Cession écrite ci-dessous sur le Registre IV. de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, p. 155. N. 205. conformément aux Réglemens, & notamment à l'Arrêt du Conseil du 23. Août 1703. A Paris le 3. Juillet 1717. Signé, DELAULNE, *Syndic.*

Nous soussigné President de l'Académie Royale des Sciences, déclarons avoir en tant que besoin cedé le présent Privilege à ladite Académie, pour par elle & les différens Académiciens qui la composent, en joüir pendant le tems & suivant les conditions y portées. Fait à Paris le 1. Juillet 1717. *Signé*, J. P. BIGNON.

USI

MSS 10608
RB NMAH

DE LA METHODE
D'OBSERVER EN MER
LA DECLINAISON
DE LA BOUSSOLE.

Nec frustrà signorum obitus speculamur & ortus.
Virg. Mar. G. 1.

SI les Modernes n'ont fait quelquefois par leurs plus grands travaux qu'ajoûter quelques degrez de perfection aux connoissances qu'ils avoient reçûës des Anciens, ils ont fait bien davantage dans l'Art de naviger, en inventant la Boussole, & en l'employant avec méthode dans les voyages de long cours. Heureux de vivre dans un siécle où l'on joüit de cette admirable découverte,

& où l'on sçait s'en servir avec plus de succès qu'on ne faisoit d'abord ; nous traversons sans crainte les plus vastes Mers, dont nous oserions à peine perdre les rivages de vûë. L'usage de cet instrument a comme raproché de nous toutes les parties de la Terre ; il nous a appris qu'il y a des hommes au-delà de l'Ocean dans des endroits où nous n'en soupçonnions pas ; & il a établi de la communication entre eux & nous, quoique la Nature, nous eût, ce semble, destinés à n'en point avoir. Il s'agit cependant encore d'assurer la Navigation par une connoissance plus éxacte de la route que suivent les Vaisseaux, en perfectionnant, s'il est possible, la méthode d'observer en Mer la déclinaison à laquelle la Boussole est sujette. Invité par l'importance de cette recherche, & par l'avantage qui peut en revenir au Public, j'ai l'honneur de présenter mes Réflexions à l'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES ; en même temps, je l'avoüe, que j'y suis aussi fort excité, non pas par la récompense attachée au Prix, mais par la gloire qu'il doit y avoir, à le recevoir des mains d'une Compagnie, dont les jugemens sont d'un si grand poids chez toutes les Nations sçavantes. Je me renferme dès à présent dans mon sujet ; & m'interdisant toutes discussions physiques sur les proprietez de l'aiman, & sur la cause générale de la déclinaison de l'aiguille, quoiqu'elles pussent être de quelque utilité, je divise mes Remarques en trois parties. Je parle dans la premiere de la construction des Boussoles ; je tâche dans la seconde de rendre plus éxacts & plus commodes les moyens d'observer la déclinaison ou variation de ces instrumens, & j'entreprends dans la troisiéme de choisir entre ces divers moyens, ou de déterminer ceux qu'on doit employer préférablement dans chaque rencontre.

PREMIERE PARTIE.

De la construction des Boussoles & des Compas de variation.

COmme la Boussole est un instrument assez connu, il seroit très-inutile de nous arrêter à en faire une description entiere, & à parler de la construction de toutes ses parties; d'autant plus qu'on peut presque toujours dans les choses de pratique, s'en raporter sur plusieurs points à l'expérience des Ouvriers. Notre principal objet doit être, sans doute, d'éxaminer la disposition qu'on doit donner au morceau de fer qui anime cet instrument, & la maniere de l'aimanter. Cet éxamen nous interesse; puisqu'il est de la derniere consequence que toutes les Boussoles ayent éxactement la même variation, & qu'il arrive très-souvent qu'elles en ont de differentes.

I.

De la figure qu'on doit donner à l'aiguille.

PLusieurs causes peuvent mettre de l'inégalité dans la vivacité où la force avec laquelle l'aiguille aimantée tend à se diriger: mais il semble que cet instrument ne devroit toujours affecter que la seule situation, qui est conforme au cours de la matiere magnétique, de cette matiere dont la Physique nous apprend l'éxistence, & qui circule continuellement d'un Pole à

l'autre de la Terre. La différence ne peut venir que de la disposition des pores du morceau de fer ou d'acier qu'on aimante : La matiere magnétique trouvant, selon toutes les aparences, plus de facilité à se mouvoir dans le fer que dans tous les autres corps, se meut selon la longueur du morceau ; mais elle ne la suit éxactement que lorsqu'elle peut suivre en même temps le fil du fer, ou que c'est dans ce sens que les pores ont le plus de rectitude. Plusieurs expériences que je me dispense de raporter, établissent cette plus grande facilité que trouve la matiere magnétique à traverser le fer dans un sens que dans un autre. Je me contenterai de dire qu'ayant fait faire plusieurs aiguilles de ce fer batu qu'on nomme *tole*, j'ai remarqué que celles dont la longueur n'avoit pas été prise selon le fil, étoient sujettes à une variation différente, & qu'elles s'écartoient toujours du Méridien magnétique du côté que je l'avois prévû.

La figure premiere represente une de ces aiguilles, & les hachures dont elle est couverte, marquent les especes de fibres que forment par leur arrangement les parties du fer forgé. Le mouvement de la matiere magnétique se faisoit selon la longueur *A B*, mais il s'accommodoit aussi un peu à la disposition des especes de fibres, & c'est ce qui étoit cause que cette aiguille ne se dirigeoit pas éxactement selon *D E*, comme le faisoient les autres, qui avoient été prises de fil dans la tole. Outre cela cette aiguille avoit peu de vertu, quoiqu'elle eût été touchée à l'un des meilleurs aimans qu'on ait en Europe ; ce qui montre que la disposition des pores empêchoit non seulement la matiere magnétique de se mouvoir éxactement le long de la ligne *A B*, mais qu'elle étoit cause encore que cette matiere ne couloit pas en si grande quantité dans l'aiguille.

Il suit de-là qu'il n'est point à propos de donner aux morceaux de tole qu'on veut aimanter, la figure d'un

lozange vuidé par le milieu, comme dans la figure 2; puisque la matiere magnétique tend à se mouvoir selon les côtez de ce lozange, à cause de leur longueur, & qu'elle y trouve beaucoup de difficulté, parce que le plus grand nombre des pores n'est pas disposé dans ce sens. Ainsi ces sortes d'aiguilles ne doivent aporter que peu de vivacité dans leur mouvement; & il vaut mieux, comme on le fait dans la Marine, former le lozange avec du simple fil d'archal, parce que toutes les parties de ce fer sont assujetties à un certain arrangement qui s'accorde avec la longueur. Cependant il s'en faut encore beaucoup que ces dernieres boussoles soient dans un état parfait. Car la matiere magnétique est obligée d'abandonner son cours naturel ou la direction qu'elle a sur la surface de la Terre, pour suivre les côtez du lozange. De plus les deux moitiés se contrarient, & tendent à détruire leur vertu en se touchant en *A* & en *B*, par des extrêmitez qui ont de l'antipatie l'une pour l'autre. Et enfin au lieu qu'une bonne aiguille n'est pas plus sujette à avoir une déclinaison irreguliere, lorsqu'elle a perdu de sa vertu qu'auparavant, & qu'elle ne fait simplement que se mouvoir avec plus de lenteur; celle-ci en perdant de sa force, prend souvent une situation plus ou moins differente du Méridien; & cela même sans que le frotement du pivot y ait aucune part.

C'est que chaque partie *DA*, *EA*, &c. du fil de fer fait effort pour se placer en particulier sur le Méridien magnétique, & que si chacune ne s'y place pas, ce n'est que parce qu'elle en est empêchée par les autres: De sorte que le lozange ne reste dans une certaine situation que lorsque les quatre efforts sont en équilibre. Mais si la vertu d'une des parties vient à recevoir quelque altération, ce qui peut arriver par plusieurs causes, l'équilibre ne subsistera plus, & il faudra que l'aiguille prenne une autre situation par raport au cours de la

matiere magnétique. Suposé, par éxemple, que les trois côtez *A D*, *D B*, *B E*, perdent toute leur vertu, pendant que le côté *E A* conserve encore quelque chose de la sienne, rien ne s'opposera ensuite à l'effort que fera ce côté pour se placer sur le Méridien magnétique, & on sera donc sujet à se tromper d'une quantité excessive dans la déclinaison, si on continuë, comme on ne peut pas manquer de le faire, de prendre toujours la diagonale *A B* pour la ligne Nord & Sud de la Boussole. Ainsi on voit que ces sortes d'aiguilles ne se gâtent pas simplement en perdant peu à peu de leur vivacité, mais en passant aussi par une infinité d'états dans lesquels elles ne sont propres qu'à en imposer aux Marins; puisqu'elles leur indiquent, dans la variation ou dans le cours de la matiere magnétique, des changemens qui n'y sont point arrivés.

On peut expérimenter d'une maniere très-simple ce que nous disons ici, en aimantant un lozange *A D B E* (fig. 3.) formé de quatre morceaux de fil de fer, & en remarquant la situation qu'il prend lorsqu'il a la liberté de tourner sur un pivot *C*. Si on ôte ensuite un des quatre morceaux, par éxemple *A E*, les deux *D A* & *B E* qui sont paralleles, & qui tendent à se diriger également selon le cours de la matiere magnétique, n'en seront plus empêchés que par le fil *B D* qui tend aussi à se mettre dans la même situation; mais qui ayant moins de force, parce qu'il est seul, doit ceder un peu: De sorte que le point *A* passant en *a*, & le point *B* en *b*, les deux morceaux de fer *A D* & *E B* prendront une situation plus aprochante de la direction de la matiere magnétique, pendant que *D B* prendra une situation un peu plus differente. J'en ai fait l'expérience plusieurs fois. Mais il est évident que si la roüille ou quelqu'autre cause trouve plus de facilité à détruire la vertu d'un des quatre morceaux de fer *A E*, que des trois autres, cela produira à peu près le même effet

que si on ôtoit ce morceau. C'est ce qui montre qu'il vaut infiniment mieux ne faire l'aiguille que d'une seule piece, comme dans la figure 1, & être attentif en même temps à prendre sa longueur, selon le fil de la tole. Alors l'aiguille aimantée ne sera point sujette à avoir differentes variations, à mesure qu'elle perdra la qualité que lui a communiqué l'aiman; & outre cela elle poura conserver sa vertu plus long-temps; Car on sçait qu'un morceau de fer disposé selon le Méridien, peut en acquerir une nouvelle lorsqu'il demeure un tems considérable dans la même situation: au lieu que ce n'est pas la même chose dans la figure 3, où il n'y a aucune partie située selon le cours de la matiere magnétique. Il est vrai qu'une pareille aiguille n'est pas si propre à soutenir la rose sur laquelle les rumbs sont tracés: Mais on peut mettre un lozange de fil de leton à la place de celui de fer, & on ne doit pas craindre que l'aiguille construite comme nous le disons, & faite d'acier non trempé, n'ait toujours assez de force pour animer l'instrument.

II.

De la maniere d'aimanter la Boussole.

QUant à la qualité de la pierre d'aiman & à la maniere de *toucher*, il n'y a pas lieu de croire, malgré ce qu'en ont dit quelques Auteurs, qu'elles puissent aporter de la différence dans la variation. Aussitôt que l'aiguille sera faite d'une seule lame terminée en pointe, & que ses pores seront bien dirigés selon sa longueur; on ne peut en se servant d'une pierre d'une moindre ou d'une meilleure qualité, communiquer que plus ou moins de vertu à cette aiguille, sans qu'il y ait pour cela de changement dans sa dé-

clinaison; puisqu'elle doit toujours se placer selon le cours de la matiere magnétique. C'est l'obliquité du cours de cette matiere qui est la cause générale de la variation des Boussoles: Notre Globe étant extrêmement hétérogène, la matiere magnétique est détournée du plan des Méridiens, & suit quelquefois des lignes très-différentes. Comme nous ne pouvons pas changer la direction de ce cours nous ne devons pas prétendre aussi pouvoir garantir nos Boussoles de variation: mais il suffit au moins que nous prenions les précautions que nous avons marquées, pour que dans le même tems & dans le même lieu, les aiguilles ne déclinent toutes que de la même quantité. Il est cependant toujours à propos de leur communiquer le plus de vertu qu'il est possible, afin qu'elles puissent surmonter plus aisément le frotement du pivot, qui les empêche quelquefois de se diriger.

On sçait que lorsqu'on touche l'aiguille, c'est la derniere partie touchée qui acquere la plus grande vertu; mais on ne fait pas, ce me semble, toujous assez attention à disposer l'aiguille pendant l'attouchement selon le cours de la matiere magnétique, qui forme le tourbillon particulier de la pierre. Si *N C S* (fig. 4) est un aiman, & que *S* soit le Pole qui se tourne vers le Sud, on sçait que c'est sur ce Pole qu'on doit toucher la partie de la Boussole qui est destinée à indiquer le Nord; mais il ne faudroit pas disposer l'aiguille *n s* comme dans la figure 4, & la faire glisser sur l'armure, en commençant par l'extrêmité *s* du Sud, & en finissant par celle *n* du Nord: Cette derniere extrêmité n'acquerroit de cette sorte que peu de vertu; parce que la matiere magnétique qui passe de l'armure dans l'aiguille, est beaucoup plus disposée à couler de *S* en *N*, qu'à couler en sens absolument contraire. C'est pourquoi il vaut mieux placer l'aiguille perpendiculairement à l'axe de la pierre; mais il est encore beaucoup plus

plus avantageux de la placer comme dans la figure 5, & de la faire glisser, jusqu'à ce que son extrêmité *S* touche l'autre armure *N*. Ici presque toute la matiere magnétique qui sort du Pole *S* de la pierre coule le long de l'aiguille, pour aller se rendre à l'autre Pole *N*; & si quelque partie de cette matiere coule de *a* en *n*, la disposition qu'elle donne à la portion *an* de l'aiguille, ne peut être que foible, & doit être détruite sur le champ, lorsque tous les points de *an* passent aussi à leur tour sur le Pole *S*, & qu'ils avancent vers le milieu de la pierre. En effet comme la matiere magnétique se meut en plus grande quantité ou de *S* en *N*, ou de *N* en *S*, elle est beaucoup plus en état de se frayer un chemin dans l'aiguille, & d'y faire des traces profondes.

Ainsi la longueur la plus convenable que doit avoir une aiguille pour pouvoir s'aimanter d'une maniere parfaite, c'est la distance qui se trouve entre les deux armures : & il est à propos qu'elle ne soit pas plus longue, afin que son extrêmité *S* vienne simplement toucher l'armure *N*, & qu'elle ne glisse point dessus. Ce mouvement donneroit occasion à la matiere magnétique de couler en sens contraire dans la portion de l'aiguille qui iroit au-delà, & de détruire la qualité déja communiquée. Tout ce qu'il y a, c'est que les armures ordinaires ne sont faites que pour donner à l'aiman une plus grande force pour soûtenir des poids: Au lieu qu'on pouroit, peut-être, leur donner une autre figure qui seroit plus avantageuse, lorsqu'on veut toucher de longues aiguilles. Il n'y auroit vraisemblablement qu'à faire terminer l'armure *S* par un plan incliné en dehors, au lieu qu'elle est terminée par un plan parallele à l'axe de la pierre, & il faudroit en même temps donner plus de longueur à l'armure *N*, afin que l'aiguille pût venir la toucher, lorsque l'extrêmité *n* seroit renduë en *S*. Rien n'empêcheroit aussi

d'avoir différentes armures, pour pouvoir aimanter les aiguilles de toutes ſortes de longueurs.

III.

Que la maniere qui eſt en uſage d'obſerver ſur le Compas de variation, l'azimuth des Aſtres qui ſont dans l'Horiſon, eſt auſſi parfaite qu'il eſt poſſible.

JUſques ici il n'a été queſtion que de la principale partie de la Bouſſole ; mais il nous faut maintenant parler des autres parties, ou plutôt de l'uſage qu'on eſt obligé d'en faire, lorſqu'on veut découvrir la variation. On ſe ſert pour cela d'une Bouſſole particuliere (fig. 6) qu'on nomme *Compas de variation*, qui a deux pinnules *L* & *H* ſur les deux côtez opoſez de ſa boëte *AQCB*. un fil *LH* eſt tendu horiſontalement d'une pinnule à l'autre, & la circonference de la Bouſſole eſt diviſée en degrez. Pour obſerver avec cet inſtrument dans quel azimuth ou dans quel rumbs paroît un aſtre qui ſe leve ou qui ſe couche, un Pilote viſe à cet aſtre par les deux pinnules, & un autre Pilote ne fait ſimplement qu'éxaminer combien le fil qui eſt tendu d'une pinnule à l'autre, differe de la ligne Eſt & Oüeſt. On a de cette ſorte avec facilité l'azimuth ou l'amplitude qu'on peut nommer *obſervée* ou *magnétique*, pour la diſtinguer de l'autre que fournit le calcul, qui eſt la diſtance du lever ou du coucher de l'aſtre aux vrais points de l'Eſt ou de l'Oüeſt. Cette obſervation ſe feroit cependant encore plus aiſément à Terre ; une ſeule perſonne en viendroit à bout, parce que rien ne l'empêcheroit de remarquer la ſituation du fil, après qu'elle auroit viſé à l'aſtre par les pinnules. Mais en Mer ce n'eſt pas la même choſe : comme le Vaiſſeau

change continuellement d'état, on est obligé de faire ces deux choses absolument à la fois, de diriger la boussole & de compter sur la circonference de la rose les degrez de l'amplitude ; ce qui éxige de la maniere dont les Compas sont construits, l'attention actuelle de deux personnes. Il seroit inutile d'un autre côté de changer la forme des Boussoles : car on feroit perdre à ces instrumens toute leur simplicité, & cela empêcheroit que l'operation devint plus éxacte.

IV.

Que ce n'est pas la même chose des moyens d'observer sur la Boussole l'azimuth des astres qui sont à une hauteur considerable.

MAis si les Pilotes observent avec autant de précision qu'il est possible, l'azimuth des astres qui sont dans l'Horison, on peut assurer qu'il n'y a rien de plus défectueux que les moyens qu'ils employent, lorsque les astres sont à quelque hauteur. On auroit de la peine à le croire si on ne le sçavoit que trop, par le témoignage que forment tous les Traitez de Marine, que quoique le fil *LH* (fig. 6.) qui est tendu d'une pinnule à l'autre, ne soit élevé tout au plus que d'un demi pouce au-dessus de la rose, & qu'il ne soit gueres possible de le mettre plus haut, à cause de la difficulté qu'il y auroit ensuite de le faire toujours répondre éxactement au-dessus du centre, les Marins se contentent pour le diriger ou pour le mettre dans le vertical du Soleil, de faire en sorte que son ombre *NO* passe par le milieu de la *chape G* qui occupe le centre. Je laisse à penser si un pareil moyen doit être bon dans la pratique, & si lorsque l'astre est considérablement élevé,

on ne doit pas être exposé à se tromper de 3 ou 4 degr. ou même de 5 à 6 dans son azimuth. Il suffit en effet que le Soleil soit à 45 degr. de hauteur, pour que le point *M* dont l'ombre doit tomber sur la chape, ne soit éloigné du milieu *D* du fil, que de la distance *M D* d'un demi pouce, égale à l'élevation *D G* du fil au-dessus de la rose. Mais quand même on se tromperoit alors assez considérablement dans la disposition de la Boussole, pour que le fil *L H* prît la situation *l h* différente de 3 degr. de celle qu'il devroit avoir, l'erreur ne seroit point encore assez grande pour se manifester. Car le point *M* ne changeroit de place que de la petite quantité *M m* qui ne seroit pas d'un tiers de ligne, & il ne s'en manqueroit donc aussi que cette même quantité, qui n'est pas sensible dans cette rencontre, que l'ombre du fil ne passât toujours par le centre. Lorsque la hauteur du Soleil sera plus grande, le point *M* sera cependant encore moins éloigné du milieu de la Boussole, & il est clair que s'il en est deux ou trois fois plus proche, on pourra commettre des erreurs encore deux ou trois fois plus fortes, sans qu'elles se fassent sentir davantage. En un mot l'observation se fait toujours avec aussi peu d'éxactitude que si on ôtoit à la Boussole presque toute sa grandeur, & qu'on ne lui donnât que *D M* pour rayon, ou qu'un pouce ou un pouce & demi de diametre, au lieu de 7 à 8 qu'elle a ordinairement dans les Compas de variation.

On ne peut pas compter davantage sur les autres moyens proposés par quelques Auteurs, du moins de la maniere dont il les ont expliqués; de se servir de l'ombre d'un fil à plomb ou de quelque stile élevé verticalement sur le bord de la Boussole. Ces Auteurs, faute d'avoir assez examiné la cause de l'agitation des instrumens qu'on porte en Mer, ont crû que parce qu'on réüssit à terre à faire qu'un fil à plomb demeure

dans une ſituation verticale, lorſqu'on le charge d'un poids conſidérable, il n'y a qu'à faire auſſi la même choſe ſur un Vaiſſeau. On réüſſit à terre, parce que les vibrations des inſtrumens n'y ſont ordinairement cauſées que par la ſeule agitation de l'air; au lieu que les vibrations dont il s'agit ici, n'étant produites que par le défaut d'uniformité qui ſe trouve toujours dans la viteſſe du Navire, il eſt fort inutile de donner une plus grande charge à l'inſtrument; car il ne ſera pas plus diſpoſé à prendre ſur le champ tous les mouvemens du point de ſuſpenſion, lorſque le choc de quelques vagues accelerera ou retardera tout à coup la marche du Vaiſſeau. Ce n'eſt donc pas en Mer par l'action de la peſanteur ni par quelque ſuſpenſion particuliere qu'on peut procurer à un fil ou à un ſtile, une ſituation éxactement verticale. Il vaut infiniment mieux que ce ſoit l'Obſervateur qui ſoutienne lui-même ſon inſtrument, & qui le diſpoſe en ſe ſervant de l'Horiſon ſenſible ou viſuel, à peu près comme il diſpoſe déja ſon Arbaleſtrille ou ſon Quartier Anglois, lorſqu'il obſerve la hauteur des Aſtres. De cette ſorte la Bouſſole ne ſera point ſujette à des balancemens irreguliers, comme le ſeroit en Mer un inſtrument qui n'affecteroit une certaine ſituation, que parce qu'il y ſeroit néceſſité par une cauſe purement phyſique. Si le Pilote eſt obligé de changer ſans ceſſe de poſtures pour ſe tenir debout & pour s'empêcher de tomber, il prendra toujours préciſément les mêmes attitudes que s'il ne penſoit & ne travailloit qu'à conſerver à la Bouſſole une ſituation conſtante.

V.

Moyen plus éxact d'observer sur la Boussole l'azimuth des astres qui sont élevés.

AInsi pour observer l'azimuth du Soleil lorsque cet astre est à une hauteur considérable, il n'y a qu'à se servir encore d'un Compas qui ait un stile, qu'on mettra au-dessus de la pinnule *H*. Ce stile ne sera si on le veut, qu'un simple fil de leton, & il sera toujours facile de le situer de maniere qu'il soit perpendiculaire au côté *CE*. Mais après cela il ne faudra pas s'arrêter, comme on l'a fait jusqu'à present, à la situation à peu près horisontale que prendroit l'instrument par sa propre pesanteur, puisqu'il est certain que le plus leger défaut dans cette situation peut causer des erreurs tout à fait grandes dans l'observation de l'azimuth. Pour faire donc la chose avec plus de précision, on appliquera l'œil à la pinnule *H*, & tournant ensuite le dos vers le Soleil, on fera ensorte que l'ombre du stile tombe sur l'autre pinnule, & qu'on voye en même temps l'horison sensible par le bord *AF* du Compas. Cette opération n'a rien de plus difficile que lorsqu'on prend la hauteur d'un astre par derriere. Dans l'une comme dans l'autre, on n'est toujours obligé de faire attention qu'à deux choses; qu'à viser à l'Horison, & qu'à faire tomber l'ombre d'un marteau ou d'un stile sur un certain endroit. Or en observant ici ces deux conditions, en regardant l'extrêmité aparente de la Mer par le bord oposé *AF* de la Boussole, lorsque l'œil est appliqué à la pinnule *H*, & en faisant tomber en même temps sur la pinnule *L* l'ombre du stile que nous supposons élevé en *H*, il est

clair que quoique ce ſtile puiſſe pancher conſidérablement à cauſe de l'inclinaiſon de l'Horiſon viſuel, ſon ombre ne laiſſera pas d'être toujours éxactement dans le plan du vertical du Soleil, de même que le fil *LH*; parce que l'inclinaiſon ne ſe fera que dans le plan même de ce vertical. Ainſi un ſecond Obſervateur n'aura donc qu'à éxaminer ſur la circonference de la Bouſſole qui eſt diviſée en degrez, combien le fil *LH* differe de la ligne Eſt & Oüeſt, pour avoir l'azimuth magnétique.

VI.

Moyen d'obſerver en même temps l'azimuth & la hauteur d'un aſtre.

AU lieu d'élever un ſtile ſur un des côtez de la Bouſſole, on pouroit ſe ſervir auſſi d'un quart de cercle de 18 ou 20 pouces de rayon, qu'on mettroit au-deſſus, comme nous l'avons repreſenté dans la figure 7; & alors on auroit l'avantage de pouvoir obſerver l'azimuth de l'aſtre & ſa hauteur tout à la fois. La Bouſſole & le quart de cercle ſeroient attachés par des vis, & il ſeroit facile de faire enſorte que le tout ne peſât pas plus qu'un quartier Anglois ordinaire, puiſqu'il ne ſeroit point néceſſaire que la Bouſſole fût renfermée dans une double boëte, ni qu'elle fût entourée de ces cercles de cuivre qu'on nomme balanciers, qui ſervent à la ſuſpendre. Après tout ſi l'inſtrument peſoit un peu trop, pour qu'on pût en y appliquant les deux mains, le ſoutenir à la hauteur de l'œil, il n'y auroit qu'à l'apuyer ſur quelque choſe qui ſuportât ſon poids, ſans empêcher qu'on pût le diriger aiſément. Enfin on mettroit ſur le quart de cercle,

entre les deux pinnules *G* & *H*, la hauteur apparente qu'on voudroit qu'eût l'astre au temps de l'observation; & lorsque cet astre seroit sur le point d'y parvenir, le Pilote viseroit à l'horison par les pinnules *G* & *F*, en attendant le moment que l'ombre de la pinnule *H* tombât sur la pinnule *F* du centre; & un autre Observateur compteroit en même temps les degrez de l'azimuth sur la circonference de la Boussole. Il faut remarquer que les trois pinnules *G*, *H* & *F*, doivent être construites comme celle du quartier Anglois; mais qu'il est bon que la derniere ait une fente de 28 à 30 lignes ne longueur, au lieu d'une de 15 à 16 qu'on lui donne ordinairement; & cela afin qu'en découvrant une plus grande partie de l'Horison sensible, on soit plus en état de mettre avec exactitude le quart de cercle verticalement. On poura aussi se servir la nuit de ce même instrument pour observer l'azimuth des étoiles, pourvû qu'elles ne soient point trop élevées, & qu'en regardant par la pinnule *F* du centre, on puisse voir du même coup d'œil l'Horison par la pinnule *G* d'en bas, & l'astre par celle *H* d'en haut. Tout cela est désormais trop simple pour que nous nous y arrêtions davantage: Nous allons maintenant traiter des moyens de découvrir la variation.

SECONDE

SECONDE PARTIE.

Des moyens de déterminer en Mer la déclinaiſon de l'aiguille aimantée.

I.

Que toutes les methodes de trouver la variation de la Bouſſole ſe réduiſſent à comparer la vraye ſituation qu'a l'aſtre par raport aux régions du Monde, avec la ſituation qu'il a par raport aux rumbs du Compas.

IL eſt ſenſible qu'on doit toujours avoir recours à quelques obſervations aſtronomiques pour découvrir la déclinaiſon de la Bouſſole, & que les obſervations qu'on doit employer, ſont celles qui peuvent ſervir à déterminer la ligne Méridienne; puiſque la variation ou déclinaiſon de l'aiguille n'eſt autre choſe que la quantité dont elle differe de cette ligne. En général, il faut toujours connoître la ſituation éxacte & préciſe de quelque aſtre par raport aux Regions du Monde, & obſerver en même temps ſi l'aſtre eſt ſitué de la même maniere par raport aux principaux points du Compas; afin de pouvoir comparer ces deux diverſes ſituations. C'eſt à cela que ſe réduiſent infailliblement toutes les méthodes. Ainſi ſans nous mettre en peine d'en faire un dénombrement inutile, nous n'avons, pour tâcher de répandre par nos réfléxions

quelque nouveau jour ſur cette matiere, qu'à travailler à rendre plus éxacts ou plus faciles les moyens de trouver la diſtance des aſtres aux vrais points de l'Orient ou de l'Occident ; puiſque nous avons déja aſſez parlé de la maniere d'obſerver leurs diſtances aux points de l'Eſt ou de l'Oüeſt de la Bouſſole.

II.

De l'équation qu'il faut appliquer à la Table des Amplitudes, lorſqu'on obſerve les aſtres dans l'horiſon ſenſible & viſuel.

NOus pouvons conſiderer les aſtres dans deux cas differens, ou lorſqu'ils ſont dans l'horiſon, ou lorſqu'ils ſont à une certaine hauteur. Quelques perſonnes zelées pour le Public, ont déja diſpenſé les Pilotes de faire aucun calcul dans le premier cas. Elles ont conſtruit des Tables des Amplitudes qui marquent la diſtance du lever ou du coucher des aſtres au vrai Eſt ou au vrai Oüeſt, pour toutes les differentes déclinaiſons, & pour tous les degrez de hauteur polaire des endroits où l'on peut ſe trouver. Ces Tables ſont trop communes, pour que nous les inſerions ici ; elles ſont imprimées dans preſque tous les Livres de Pilotage. Tout ce qu'il y a, c'eſt qu'elles ſont ordinairement conſtruites dans la ſeule ſupoſition que les aſtres ſont éxactement dans l'horiſon rationel ; & cependant on n'obſerve preſque toujours l'amplitude en Mer que lorſque les aſtres ſont dans l'horiſon ſenſible, & beaucoup au-deſſous du terme dans lequel la Table les ſupoſe. C'eſt ſur cette diſconvenance que nous nous propoſons d'inſiſter un peu ; afin de faire enſorte, s'il

eſt poſſible, qu'elle ne cauſe aucune erreur dans les Obſervations.

Le premier moyen eſt d'appliquer une équation ou correction à l'amplitude des Tables, afin de la rendre propre au temps précis du lever ou du coucher apparent: & comme la principale difference qu'il y a entre l'horiſon ſenſible & le rationel, vient de la réfraction horiſontale qui eſt dans ces climats ci de 32 ou 33 minutes, quelques perſonnes ont cru qu'il ſuffiſoit de régler l'équation ſur cette quantité. Mais outre que la réfraction eſt differente ſelon les endroits de la terre où l'on eſt ſitué, vers l'équateur ou vers les poles, & qu'elle change par les ſaiſons; l'horiſon ſenſible ſe trouve auſſi plus ou moins incliné, ſelon qu'on eſt plus ou moins élevé au-deſſus de la ſurface de la Mer; ce qui contribuë encore à faire que les aſtres ſont plus ou moins abaiſſés au-deſſous de l'horiſon rationel, lorſqu'ils nous paroiſſent ſe lever ou ſe coucher. Si l'on eſt, par éxemple, vers le milieu de la zone torride, la réfraction horiſontale ne ſera que d'environ 20. minutes, & ſi on eſt dans ún Navire élevé de 8 pieds, le rayon viſuel conduit de l'œil à la ſéparation apparente de la Mer & du Ciel, ne ſera incliné que d'environ 3 minutes. Ainſi lorſque l'aſtre paroîtra dans l'horiſon, il ne ſera que d'environ 23 minutes au-deſſous, & ce ne ſera que ſur le pied de ces 23 minutes qu'il faudra corriger la Table des Amplitudes. Au lieu que ſi on étoit à l'extrêmité de la zone temperée vers le cercle polaire où la réfraction eſt de 59 ou 60 min. & qu'on fût outre cela à 25 ou 30 pieds de hauteur au-deſſus de la ſurface de la Mer, l'aſtre paroîtroit ſe coucher, lorſqu'il ſeroit déja deſcendu de 65 ou 66 min. au-deſſous de l'horiſon; & ſon amplitude differeroit donc alors beaucoup plus, par cette ſeule raiſon, de celle qui lui eſt attribuée dans la Table. S'il eſt vrai d'un autre côté que les réfractions horiſontales ſoyent

tellement irregulieres, qu'on ne puisse jamais les bien connoître, il n'est pas moins constant que les corrections qu'il faut appliquer à l'amplitude, doivent être au moins toujours reglées sur ce qu'on sçait avec certitude sur cette matiere, & que rien n'est moins excusable que de suposer que l'astre est toujours abaissé de la même quantité, lorsqu'on sçait qu'il est abaissé d'une quantité très-différente. C'est pourquoi les équations ou corrections dont il s'agit, doivent être calculées nécessairement comme dans la Table suivante, pour divers nombre de minutes d'abaissement; afin de pouvoir servir dans tous les lieux & dans toutes les saisons, & de pouvoir servir aussi à des Obsevrateurs plus ou moins élevés au-dessus de la surface de la mer.

TABLE

Des Equations qu'il faut appliquer aux vrayes amplitudes, lorsque les astres sont au-dessus de l'horison.

Hauteurs Polaires.	Minutes dont les Astres sont au-dessous de l'Horison	AMPLITUDES.								
		0	10	20	30	25	40	45	50	55
		D. M.	D. M.	D .M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.
Degrés.	20	0. 4	0. 4	0. 4	0. 4	—	—	—	—	—
10	30	0. 5	0. 5	0. 5	0. 6	—	—	—	—	—
	40	0. 7	0. 7	0. 8	0. 8	—	—	—	—	—
20	20	0. 7	0. 7	0. 8	0. 8	—	—	—	—	—
	30	0. 11	0. 11	0. 12	0. 12	—	—	—	—	—
	40	0. 15	0. 15	0. 16	0. 16	—	—	—	—	—
30	20	0. 11	0. 11	0. 12	0. 13	—	—	—	—	—
	30	0. 17	0 17	0. 18	0. 20	—	—	—	—	—
	40	0. 23	0. 23	0. 24	0. 26	—	—	—	—	—
	50	0. 29	0. 29	0. 30	0. 33	—	—	—	—	—
35	20	0. 14	0. 14	0. 15	0. 16	—	—	—	—	—
	30	0. 21	0. 21	0. 22	0. 24	—	—	—	—	—
	40	0. 28	0 28	0. 30	0. 32	—	—	—	—	—
	50	0. 35	0. 35	0. 37	0. 40	—	—	—	—	—
	60	0. 42	0. 43	0. 45	0. 48	—	—	—	—	—
40	30	0. 25	0. 25	0. 27	0. 29	0. 30	—	—	—	—
	40	0. 33	0 33	0. 36	0. 39	0, 40	—	—	—	—
	50	0. 41	0. 42	0. 45	0. 48	0 51	—	—	—	—
	60	0. 50	0. 51	0. 54	0. 58	1, 1	—	—	—	—
45	30	0. 30	0. 30	0. 32	0. 34	0. 37	—	—	—	—
	40	0. 40	0. 40	0. 42	0. 46	0. 49	—	—	—	—
	50	0. 50	0. 50	0. 53	0. 58	1. 1	—	—	—	—
	60	1. 0	1. 1	1. 4	1. 9	1. 14 1. 13	—	—	—	—
50	30	0. 36	0. 36	0. 38	0. 41	0. 43	0. 46	—	—	—
	40	0. 48	0. 48	0. 50	0. 55	0 58	1. 1	—	—	—
	50	1. 0	1. 0	1. 3	1. 9	1. 13 1. 12	1. 18 1. 17	—	—	—
	60	1. 12	1. 13	1. 16	1. 23	1. 28 1. 27	1. 34 1. 32	—	—	—
55	30	0. 43	0. 43	0. 45	0. 49	0. 52	0. 56	1. 1 1. 0	—	—
	40	0. 57	0. 58	1. 1	1. 7 1. 6	1. 10 1. 9	1. 15 1 14	1. 22 1 20	—	—
	50	1. 11	1. 12	1. 16	1. 23 1. 22	1. 28 1. 26	1. 34 1. 32	1. 42 1. 39	—	—
	60	1. 26	1. 27	1. 32 1. 31	1. 40 1. 38	1. 46 1. 44	1. 53 1. 50	2. 3 1. 59	—	—
60	30	0. 52	0. 53	0. 55	1. 0	1. 4 1. 3	1. 8 1. 7	1. 14 1. 13	1. 22 1. 20	1. 32 1. 29
	40	1. 10	1. 11	1. 14	1. 21 1. 20	1. 25 1. 24	1. 31 1. 30	1. 39 1. 37	1. 50 1. 46	2. 4 1. 58
	50	1. 27	1. 28	1. 32	1. 41 1. 40	1. 47 1. 45	1. 55 1. 52	2. 4 2. 1	2. 18 2. 12	2. 36 2. 27
	60	1. 44	1. 46	1. 51 1. 50	2. 1 1. 59	2. 9 2. 5	2. 18 2. 14	2. 30 2. 24	2. 47 2. 37	3. 9 2. 55

Pour rendre ſenſible l'uſage de cette Table, nous ſupoſerons que la hauteur polaire eſt de 55 degrez, que la réfraction jointe avec l'inclinaiſon de l'horiſon viſuel fait 40 min. & que la vraye amplitude eſt de 45. degrez. Nous chercherons les 40 min. dans la ſeconde colonne proche de 55. degr. de hauteur polaire qui ſont marqués dans la premiere; & les faiſant couvenir avec l'amplitude marquée au haut, nous aurons 1. deg. 22. min. & 1. deg. 20. min. pour les deux équations qu'il faut appliquer à l'amplitude, ſelon qu'elle eſt du côté du Pole élevé ou du Pole abaiſſé. La premiere doit être ajoûtée, & la ſeconde ſouſtraite; de ſorte que l'amplitude ſera de 46. deg. 22. min. ou de 43. degr. 40. min. non pas pour l'inſtant que l'aſtre touche à l'horiſon rationel, puiſque nous avons ſupoſé qu'elle eſt alors de 45 degr. mais dans le moment que l'aſtre paroît ſe lever ou ſe coucher, & qu'il eſt 40 min. au-deſſous du vrai horiſon. Il nous étoit facile d'étendre cette Table: mais il nous paroît qu'au lieu de modifier ainſi la vraye amplitude, & de n'obſerver l'aſtre ſur la Bouſſole qu'à ſon lever ou à ſon coucher, il vaut mieux ſe ſervir de la vraye amplitude même; mais avoir auſſi le ſoin d'obſerver l'aſtre, lorſqu'ayant quelque hauteur aparente, il eſt éxactement dans l'horiſon rationel Il n'y aura de cette ſorte point tant à craindre des irregularitez de la réfraction, non plus que de la diverſité des diſtances de l'Obſervateur à l'extrêmité apparente de la Mer. Car on peut démontrer que ce n'eſt pas dans la rigueur, l'inclinaiſon de l'horiſon viſuel; mais la diſtance à l'extrêmité apparente de la Mer, réduite en minutes de grand cercle, qu'il faut ajoûter à la refraction horiſontale, pour avoir la quantité dont les aſtres ſont réelement au-deſſous de l'horiſon, lorſqu'ils paroiſſent ſe lever ou ſe coucher.

III.

Qu'au lieu d'aporter, comme nous venons de le faire, quelque modification à la Table des amplitudes, il vaut mieux tâcher d'observer les astres lorsqu'ils sont éxactement dans l'horison rationel.

POur se convaincre que ce second expédient est préférable au premier, on n'a qu'à remarquer que la réfraction horisontale est sujette à des irrégularitez de 17 ou 18 min. pendant qu'à un demi degré de hauteur apparente, la réfraction souffre à peine des variétez de 9 ou 10 min. On peut consulter sur cela les Observations du sçavant M. Cassini, qui trouva le 19 de Décembre 1712. à 2 min. 40 sec. de hauteur, que la réfraction étoit de 51 min. 4 sec. plus grande de 18 ou 19 min. que celle qu'on trouve ordinairement: Au lieu qu'on peut regarder comme les deux réfractions les plus differentes qu'on ait observées à 31 min de hauteur, celle de 36 min. 9 sec. & l'autre de 27 min. l'une le 19 Novembre 1712, & l'autre le 24 Aoust de l'année suivante. Or lorsqu'on observe les astres sur la Boussole dans l'instant qu'ils paroissent se lever ou se coucher, & qu'on aporte pour cela quelque modification à l'amplitude qui est marquée dans la Table, on s'expose à se tromper beaucoup; puisqu'il se peut faire qu'on employe l'équation qui convient à 32. min de réfraction, quoiqu'elle soit alors effectivement de 40 ou 50 min. Mais ce n'est pas la même chose, si on laisse l'amplitude des Tables dans l'état où elle est, & qu'on soit éxact en même temps à n'observer l'astre que lorsqu'il est dans l'horison rationel; car il faut pour cela qu'il soit à près d'un demi

degré de hauteur apparente, & les anomalies de la réfraction sont alors environ deux fois plus petites. Ainsi au lieu d'alterer les amplitudes pour les accommoder au temps de l'observation, il vaut beaucoup mieux accommoder l'observation au moment préfix pour lequel la Table est construite.

Mais comme on se dispense souvent dans les choses de pratique de suivre rigoureusement les regles, sans que les opérations en deviennent pour cela moins éxactes, il suffit ici d'observer le Soleil lorsque le bord inférieur de son disque paroît élevé au-dessus de l'horison, à la vûë simple, d'environ la moitié de son diametre apparent; & alors cet astre sera à peu près dans l'horison rationel. Quand on voudra faire les choses dans la derniere précision, & ne rien négliger, il n'y aura qu'à se servir de l'instrument representé dans la figure 7, pour mesurer la hauteur. La réfraction qui éleve en Eté de 32 ou 33 min. les astres, lorsqu'ils sont au-dessous de l'horison rationel de cette même quantité, ne les éleve que d'environ 28 min. lorsqu'ils sont dans l'horison rationel même. Ainsi c'est à cette hauteur apparente qu'il faut les observer, pour qu'ils n'ayent point effectivement de hauteur; après cependant y avoir ajoûté l'inclinaison de l'horison visuel, qui contribuë encore à les faire paroître un peu plus haut. Suposé donc qu'on fût à 20 pieds d'élevation au-dessus de la surface de la Mer, ce qui donne environ 5 min. d'inclinaison à l'horison visuel, il faudroit mettre environ 33 min. entre les deux pinnules *G* & *H* du quart du cercle, & appliquant ensuite l'œil à la pinnule *F* du centre, il faudroit attendre qu'on pût voir l'horison par la pinnule *G* & l'astre par la pinnule *H*. L'astre seroit alors éxactement dans l'horison rationel, & auroit l'amplitude que lui attribuë la Table. C'est pourquoi il n'y auroit donc plus, pour découvrir la déclinaison de l'aiguille, qu'à comparer cette amplitude

plitude avec celle qu'on obſerveroit ſur la Bouſſole.

IV.

Que comme on ne peut pas toujours trouver la variation de la Bouſſole par la comparaiſon des amplitudes, il eſt abſolument néceſſaire de ſe ſervir quelquefois des aſtres qui ont quelque hauteur.

MAis ſi cette méthode de trouver la variation eſt toujours aſſez éxacte, il arrive d'un autre côté, qu'on n'a pas toujours la liberté de l'employer, parce que le Ciel n'eſt pas aſſez pur proche de l'horiſon. Quelquefois le Soleil paroît tout le jour dans tout ſon éclat, & que ce n'eſt qu'à ſon coucher où il eſt attendu par le Pilote impatient, qu'il ſe couvre de nuages, qui ne permettent plus de le voir: de ſorte qu'il n'eſt pas ſans éxemple que pendant un mois de la plus belle ſaiſon, on n'ait pû l'obſerver que deux ou trois fois. Il ſeroit cependant à ſouhaiter qu'on pût le faire tous les jours; car le Navire qui ſingle à pleine voile, & qui avance en 24. heures quelquefois de cent lieuës, paſſe continuellement dans des endroits où la déclinaiſon de l'aiguille eſt differente, & tant qu'on ne pourra pas la découvrir très-ſouvent, on connoîtra non ſeulement avec moins d'éxactitude le rumbs ſur lequel on fait route; mais on laiſſera encore dans le même état, & ſans en retirer aucune utilité, la partie de la ſcience magnétique, qui peut avoir un raport plus immédiat au Probléme des longitudes Hydrographiques. Il eſt donc abſolument néceſſaire d'avoir quelquefois recours aux aſtres, lorſqu'ils ſont à une hauteur conſiderable au-deſſus de l'horiſon. On ſçait que nous le pouvons faire avec quelque apparence de ſuccès; puiſque nous avons vû dans la premiere partie une maniere aſſez éxacte de trouver alors ſur la Bouſſole l'azimuth ou le rumbs dans lequel les aſtres répondent. Je ſçai bien que le calcul qu'il faut faire en même tems pour

découvrir le vrai azimuth ou la ſituation de l'aſtre par raport au vrai Eſt ou au vrai Oüeſt, paroîtra toujours trop long à quelques Pilotes, pour qu'ils l'entreprennent volontiers: Mais ce ne ſera point là au moins un obſtacle pour ceux de cette profeſſion, qui aiment à remplir leur devoir, & qui ne ſe diſpenſoient de ſe ſervir en Mer de cette méthode, que parce qu'ils la trouvoient défectueuſe

V.

Moïen, en ſe ſervant d'une Table, de trouver la variation, par les aſtres qui ſont dans le cercle horaire de 6 heures.

C'Eſt pour en faciliter encore l'uſage, que nous avons calculé l'azimuth des aſtres qui ſont dans le cercle horaire de ſix heures; ce qui mettra les Marins en état d'obſerver beaucoup plus ſouvent la déclinaiſon de l'aiguille, puiſque le Ciel eſt preſque toujours plus ſerein & plus pur à une certaine hauteur, qu'il ne l'eſt à l'horiſon. La Table que nous inſerons ici eſt conſtruite pour toutes les hauteurs polaires juſqu'à 80 degr. & s'étend à tous les aſtres qui ne ſont pas éloignés de l'équateur de plus de 24 degr. Elle indique deux choſes; la hauteur à laquelle doit être l'aſtre, lorſqu'il faut l'obſerver, & l'angle que fait alors ſon azimuth avec le premier vertical; ou ce qui revient au même, la diſtance de l'aſtre au vrai Eſt ou au vrai Oüeſt, à meſurer ſur l'horiſon. Si on eſt, par exemple, par 62 degrez de hauteur polaire, & que l'aſtre ait 9 degr. de déclinaiſon, on trouvera dans la Table 7 degr. 56 min. & 4 degr. 15 min. Le premier de ces nombres nous apprend la hauteur vraie à laquelle il faut obſerver l'aſtre pour qu'il ſoit dans le cercle horaire de ſix heures, & le ſecond 4 degr. 15 min. exprime la diſtance au vrai Eſt ou au vrai Oüeſt. De ſorte que ſi l'aſtre ſe trouve à cette même diſtance de l'Eſt ou de l'Oüeſt de la Bouſſole & du même côté, ce ſera une marque que les rumbs du compas répondent à ceux du Monde, & qu'il n'y a par conſéquent point de variation.

TABLE de la hauteur des Aſtres & de l'angle formé par leur Azimuth & le premier vertical, lorſque ces Aſtres ſont dans le cercle horaire de ſix heures.

HAUTEURS POLAIRES.

	DE'CLINAISONS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.
2	0. 2	0. 4	0. 6	0. 8	0. 11	0. 13	0. 15	0. 17	0. 19	0. 21	0. 23	0. 25
	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	6. 59	7. 59	8. 59	9. 59	10. 59	11. 59
4	0. 4	0. 8	0. 13	0. 17	0. 21	0. 25	0. 29	0. 33	0. 38	0. 42	0. 46	0. 50
	0. 59	1. 59	2. 59	3. 59	4. 59	5. 59	6. 59	7. 59	8. 59	9. 58	10. 58	11. 58
6	0. 7	0. 13	0. 19	0. 25	0. 32	0. 38	0. 44	0. 50	0. 57	1. 3	1. 9	1. 15
	0. 59	1. 59	2. 59	3. 59	4. 58	5. 58	6. 58	7. 57	8. 57	9. 57	10. 56	11. 56
8	0. 9	0. 17	0. 26	0. 34	0. 43	0. 50	0. 58	1. 6	1. 15	1. 23	1. 31	1. 39
	0. 59	1. 59	2. 59	3. 58	4. 57	5. 56	6. 55	7. 55	8. 54	9. 54	10. 53	11. 53
10	0. 11	0. 20	0. 32	0. 41	0. 52	1. 2	1. 13	1. 23	1. 34	1. 43	1. 54	2. 4
	0. 59	1. 58	2. 57	3. 56	4. 55	5. 55	6. 54	7. 53	8. 5	9. 51	10. 50	11. 49
12	0. 13	0. 24	0. 37	0. 50	1. 2	1. 15	1. 28	1. 40	1. 52	2. 4	2. 17	2. 29
	0. 58	1. 57	2. 56	3. 55	4. 54	5. 52	6. 51	7. 50	8. 48	9. 47	10. 46	11. 45
14	0. 14	0. 29	0. 44	0. 59	1. 12	1. 27	1. 42	1. 56	2. 10	2. 25	2. 39	2. 53
	0. 58	1. 56	2. 55	3. 53	4. 51	5. 49	6. 47	7. 46	8. 44	9. 42	10. 41	11. 39
16	0. 16	0. 34	0. 50	1. 7	1. 22	1. 39	1. 56	2. 12	2. 28	2. 45	3. 1	3. 17
	0. 57	1. 55	2. 53	3. 51	4. 48	5. 46	6. 44	7. 42	8. 39	9. 37	10. 35	11. 33
18	0. 19	0. 38	0. 56	1. 15	1. 32	1. 51	2. 10	2. 28	2. 46	3. 5	3. 23	3. 41
	0. 57	1. 54	2. 51	3. 48	4. 46	5. 42	6. 39	7. 37	8. 34	9. 31	10. 28	11. 26
20	0. 21	0. 42	1. 2	1. 23	1. 42	2. 3	2. 24	2. 44	3. 4	3. 25	3. 45	4. 5
	0. 56	1. 53	2. 49	3. 46	4. 42	5. 38	6. 35	7. 31	8. 28	9. 25	10. 21	11. 18
22	0. 23	0. 46	1. 8	1. 31	. 52	2. 1	2. 37	2. 59	3. 21	3. 44	4. 6	4. 28
	0. 56	1. 51	2. 47	3. 43	4. 38	. 34	6. 30	7. 25	8. 2	9. 17	10. 13	11. 9
24	0. 25	0. 50	1. 14	1. 39	2. 2	2. 27	2. 50	3. 14	3. 38	4. 3	4. 27	4. 51
	0. 55	1. 50	2. 44	3. 29	4. 34	5. 29	6. 24	7. 19	8. 14	9. 9	10. 4	10. 59
26	0. 27	0. 54	1. 20	1. 46	2. 11	2. 38	3. 3	3. 29	3. 55	4. 22	4. 48	5. 14
	0. 54	1. 48	2. 42	3. 36	4. 30	5. 24	6. 18	7. 12	8. 6	9. 0	9. 54	10. 49
28	0. 29	0. 57	1. 25	1. 53	2. 21	2. 49	3. 16	3. 44	4. 12	4. 41	5. 8	5. 26
	0. 53	1. 46	2. 3[illegible]	3. 32	4. 25	5. 1[illegible]	6. 11	7. 4	7. 57	8. 51	9. 44	10. 38
30	0. 31	1. 0	1. 30	2. 0	2. 30	3. 0	3. 29	3. 59	4. 29	4. 59	5. 28	5. 58
	0. 52	1. 44	2. 36	3. 28	. 2[illegible]	5. 12	6. 4	6. 56	7. 48	8. 41	9. 33	10. 26
31	0. 32	1. 3	1. 33	2. 4	2. 35	3. 6	3. 36	4. 6	4. 37	5. 8	5. 38	6. 9
	0. 52	1. 43	2. 35	3. 26	4. 18	5. 9	6. 1	6. 52	7. 44	. 36	9. 27	10. 20
32	0. 32	1. 5	1. 36	2. 8	2. 40	3. 12	3. 43	4. 13	4. 45	5. 17	5. 48	6. 20
	0. 51	1. 42	2. 33	3. 24	4. 15	5. 6	5. 57	6. 48	7. 39	8. 30	9. 21	10. 13
33	0. 33	1. 7	1. 39	2. 12	2. 4[illegible]	3. 17	3. 49	4. 20	4. 53	5. 26	5. 58	6. 31
	0. 51	1. 41	2. 31	3. 22	4. 12	5. 3	5. 53	6. 44	7. 34	8. 25	9. 15	10. 7
34	0. 34	1. 8	1. 42	2. 15	2. 49	3. 22	3. 55	4. 27	5. 1	5. 35	6. 8	6. 41
	0. 50	1. 40	2. 29	3. 19	4. 9	4. 59	5. 49	6. 39	7. 29	8. 19	9. 9	10. 0
35	0. 3[illegible]	1. 10	1. 44	2. 18	2. 53	3. 27	4. 1	4. 34	5. 5	5. 44	6. 18	6. 51
	0. 49	1. 39	2. 27	3. 16	4. 6	4. 56	5. 45	6. 34	7. 24	8. 14	9. 3	9. 53
36	0. 35	1. 11	1. 46	2. 21	2. 57	3. 32	4. 7	4. 41	5. 17	5. 53	6. 27	7. 1
	0. 48	1. 37	2. 25	3. 14	4. 3	4. 52	5. 40	6. 29	7. 18	8. 8	8. 56	9. 45
37	0. 36	1. 12	1. 48	2. 24	3. 1	3. 37	4. 13	4. 48	5. 25	6. 1	6. 36	7. 11
	0. 48	1. 36	2. 23	3. 12	4. 0	4. 48	5. 36	6. 24	7. 13	8. 2	8. 50	9. 38
38	0. 37	1. 14	1. 51	2. 28	3. 5	3. 42	4. 19	4. 55	5. 32	6. 9	6. 44	7. 21
	0. 47	1. 35	2. 22	3. 9	3. 56	4. 44	5. 31	6. 19	7. 7	7. 55	8. 43	9. 31
39	0. 38	1. 16	1. 54	2. 31	3. 9	3. 47	4. 25	5. 2	5. 39	6. 17	6. 53	7. 31
	0. 40	1. 34	2. 20	3. 7	3. 53	4. 4[illegible]	5. 27	6. 14	7. 1	7. 48	8. 36	9. 23
40	0. 39	1. 17	1. 56	2. 34	3. 13	3. 52	4. 30	5. 8	5. 46	6. 25	7. 2	7. 41
	0. 46	1. 32	2. 18	3. 4	3. 50	4. 36	5. 22	6. 9	6. 55	7. 41	8. 28	9. 15
41	0. 39	1. 19	1. 58	2. 37	3. 17	3. 57	4. 35	5. 14	5. 53	6. 33	7. 11	7. 51
	0. 45	1. 31	2. 16	3.	3. 47	4. 3[illegible]	5. 18	6. 4	6. 49	7. 35	8. 21	9. 7
42	0. 40	1. 20	2. 0	2. 40	3. 21	4. 1	4. 40	5. 20	6. 1	6. 41	7. 20	8. 0
	0. 44	1. 29	2. 1[illegible]	2. 58	3. 43	4. 28	5. 13	5. 58	6. 43	6. 28	8. 13	8. 59
43	0. 41	1. 22	2. 3	2. 44	3. 25	4. 6	4. 46	5. 27	6. 8	6. 49	7. 29	8. 9
	0. 44	1. 28	2. 11	2. 56	3. 40	4. 24	5. 8	5. 52	6. 36	7. 21	8. 6	8. 51

TABLE de la hauteur des Astres & de l'angle formé par leur Azimuth & le premier vertical, lorsque ces Astres sont dans le cercle horaire de six heures.

HAUTEURS POLAIRES.

	DE'CLINAISONS.											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
D.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.
2	0. 27	0. 29	0. 31	0. 33	0. 35	0. 37	0. 39	0. 41	0. 43	0. 45	0. 47	0. 49
	12. 59	13. 59	14. 59	15. 59	16. 59	17. 59	18. 59	19. 59	20. 59	21. 59	22. 59	23. 59
4	0. 54	0. 58	1. 2	1. 6	1. 10	1. 14	1. 18	1. 22	1. 26	1. 30	1. 34	1. 38
	12. 58	13. 58	14. 58	15. 58	16. 58	17. 58	18. 57	19. 57	20. 57	21. 57	22. 57	23. 57
6	1. 21	1. 27	1. 34	1. 40	1. 46	1. 52	1. 58	2. 2	2. 8	2. 14	2. 20	2. 26
	12. 56	13. 56	14. 55	15. 55	16. 55	17. 54	18. 54	19. 54	20. 54	21. 54	22. 53	23. 53
8	1. 48	1. 56	2. 4	2. 12	2. 20	2. 28	2. 36	2. 44	2. 52	3. 0	3. 8	3. 16
	12. 52	13. 52	14. 52	15. 51	16. 51	17. 50	18. 50	19. 49	20. 49	21. 48	22. 48	23. 47
10	2. 15	2. 25	2. 35	2. 45	2. 54	3. 4	3. 14	3. 24	3. 34	3. 44	3. 54	4. 3
	12. 48	13. 48	14. 47	15. 46	16. 45	17. 44	18. 44	19. 43	20. 42	21. 42	22. 41	23. 41
12	2. 41	2. 53	3. 5	3. 17	3. 29	3. 41	3. 52	4. 4	4. 16	4. 28	4. 40	4. 51
	12. 44	13. 42	14. 41	15. 40	16. 39	17. 38	18. 37	19. 36	20. 35	21. 34	22. 33	23. 32
14	3. 7	3. 21	3. 35	3. 49	4. 3	4. 17	4. 30	4. 44	4. 58	5. 12	5. 26	5. 39
	12. 37	13. 36	14. 34	15. 33	16. 31	17. 30	18. 28	19. 27	20. 25	21. 24	22. 23	23. 22
16	3. 33	3. 49	4. 5	4. 21	4. 37	4. 53	5. 8	5. 24	5. 40	5. 56	6. 11	6. 26
	12. 31	13. 29	14. 27	15. 24	16. 23	17. 21	18. 19	19. 17	20. 15	21. 13	22. 11	23. 10
18	3. 59	4. 17	4. 35	4. 53	5. 11	5. 29	5. 46	6. 4	6. 22	6. 39	9. 56	7. 13
	12. 23	13. 20	14. 17	15. 15	16. 12	17. 10	18. 8	19. 6	20. 3	21. 1	21. 59	22. 57
20	4. 25	4. 45	5. 5	5. 25	5. 45	6. 5	6. 24	6. 44	7. 3	7. 22	7. 41	8. 0
	12. 14	13. 11	14. 8	15. 5	16. 2	16. 59	17. 56	18. 53	19. 50	20. 47	21. 44	22. 42
22	4. 50	5. 12	5. 34	5. 55	6. 17	6. 39	7. 0	7. 22	7. 43	8. 4	8. 24	8. 45
	12. 5	13. 1	13. 57	14. 53	15. 49	16. 46	17. 42	18. 39	19. 35	20. 32	21. 28	22. 26
24	5. 15	5. 39	6. 2	6. 25	6. 49	7. 13	7. 36	8. 0	8. 22	8. 45	9. 7	9. 30
	11. 54	12. 50	13. 45	14. 41	15. 36	16. 32	17. 28	18. 24	19. 20	20. 16	21. 12	22. 8
26	5. 39	6. 5	6. 30	6. 55	7. 21	7. 47	8. 12	8. 37	9. 1	9. 36	9. 50	10. 15
	11. 43	12. 38	13. 32	14. 27	15. 22	16. 17	17. 12	18. 7	9. 2	19. 57	20. 52	21. 48
28	5. 3	6. 31	6. 58	7. 25	7. 53	8. 20	8. 47	8. 14	9. 40	10. 17	10. 33	11. 0
	11. 31	12. 25	13. 18	14. 12	5. 6	16. 0	16. 54	17. 49	18. 43	19. 38	20. 33	21. 28
30	6. 27	6. 57	7. 26	7. 55	8. 25	8. 54	9. 22	9. 51	10. 19	10. 48	11. 16	11. 44
	11. 18	12. 11	13. 4	13. 57	4 50	15. 43	16. 36	17. 30	18. 23	19. 17	20. 11	23. 5
31	6. 39	7. 10	7. 40	8. 9	8. 40	9. 10	9. 39	10. 9	0. 38	11. 8	11. 37	12. 5
	11. 11	12. 4	12. 56	13. 49	14. 41	15. 34	16. 26	17. 20	18. 13	19. 6	20. 0	20. 53
32	6. 51	7. 22	7. 53	8. 23	8. 55	9. 26	9. 56	10. 27	10. 57	11. 27	11. 56	12. 26
	11. 4	11. 56	12. 48	13. 40	14. 32	15. 24	16. 16	17. 9	18. 2	18. 55	19. 48	20. 41
33	7. 3	7. 34	8. 6	8. 38	9. 10	9. 42	10. 13	10. 45	11. 16	11. 46	12. 16	12. 47
	10. 57	11. 49	12. 40	13. 31	14. 23	15. 15	16. 6	16. 58	17. 51	18. 43	19. 36	20. 29
34	7. 14	7. 46	8. 19	8. 52	9. 25	9. 57	10. 30	11. 2	11. 34	12. 5	12. 36	13. 8
	10. 50	11. 41	12. 31	13. 22	14. 13	5. 5	15. 56	16. 47	17. 39	18. 31	19. 23	20. 16
35	7. 25	7. 58	8. 32	9. 5	9. 40	10. 13	10. 46	11. 19	11. 52	12. 24	12. 56	13. 29
	10. 42	11. 33	12, 23	13. 13	14. 4	14. 55	15. 45	16. 36	17. 28	18. 19	19. 10	20. 3
36	7. 36	8. 10	8. 45	9. 19	9. 55	10. 28	11. 2	11. 36	12. 10	12. 43	13. 16	13. 50
	10. 34	11. 24	12. 14	13. 4	13. 54	14. 44	15. 34	16. 25	17. 15	18. 6	18. 57	19. 49
37	7. 47	8. 22	8. 58	9. 33	10. 9	10. 43	11. 18	11. 53	12. 28	13. 2	13. 36	14. 10
	10. 27	11. 16	12. 5	12. 54	13. 45	14. 33	15. 23	16. 13	17. 3	17. 53	18. 44	19. 35
38	7. 58	8. 34	9. 11	9. 46	10. 23	1 . 58	11. 34	12. 9	12. 45	13. 20	13. 55	14. 30
	10. 19	11. 7	11. 55	12. 44	13. 33	14. 22	15. 11	16. 0	16. 50	17. 40	18. 30	19. 20
39	8. 9	8. 46	9. 23	9. 59	10. 37	11. 13	11. 49	12. 26	13. 2	13. 38	14. 14	14. 50
	10. 11	10. 58	11. 46	12. 34	13. 22	14. 11	14. 59	15. 48	16. 37	17. 26	18. 16	19. 5
40	8. 19	8. 57	9. 35	10. 12	10. 51	11. 28	12. 5	12. 42	13. 19	13. 56	14. 33	15. 2
	10. 2	10. 49	11. 36	12. 23	13. 11	13. 59	14. 47	15. 35	16. 23	17. 12	18. 2	18. 50
41	8. 29	9. 8	9. 47	10. 25	11. 4	11. 43	12. 20	12. 58	13. 36	14. 14	14. 51	15. 29
	9. 53	10. 40	11, 26	12. 13	13. 0	13. 47	14. 34	15. 22	16. 9	16. 58	17. 46	18. 34
42	8. 39	9. 19	9. 59	10. 38	11. 17	11. 57	12. 35	13. 14	13. 52	14. 31	15. 8	15. 46
	9. 44	10. 30	11. 16	12. 2	12. 48	13. 35	14. 21	15. 8	15. 55	16. 43	17. 30	18. 18
43	8. 49	9. 30	10. 11	10. 51	11. 30	12. 11	12. 50	13. 30	14. 9	14. 48	15. 27	16. 5
	9. 35	10. 20	11. 5	11. 51	12. 36	13. 22	14. 8	14. 54	15. 41	16. 28	7. 15	18. 2

TABLE de la hauteur des Aſtres & de l'angle formé par leur Azimuth & le premier vertical, lorſque ces Aſtres ſont dans le cercle horaire de ſix heures.

	DE'CLINAISONS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D.	D. M.	D. M	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M	D. M	D. M	D. M.	D. M.	D. M.
44	0. 41	1. 23	2. 5	2. 47	3. 29	4. 10	4. 52	5. 33	6. 15	6. 57	7. 37	8. 28
	0. 43	1. 26	2. 9	2. 53	3. 36	3. 20	4. 3	5. 46	6. 30	7. 14	7. 58	8. 42
45	0. 42	1. 24	2. 7	2. 50	3. 32	4. 15	4. 57	5. 39	6. 22	7. 4	7. 45	8. 27
	0. 42	1. 25	2. 7	2. 50	3. 33	4. 16	4. 58	5. 41	6. 24	7. 7	7. 50	8. 33
46	0. 43	1. 25	2. 9	2. 53	3. 36	4. 19	5. 2	5. 45	6. 29	7. 11	7. 53	8. 36
	0. 41	1. 23	2. 5	2. 47	3. 29	4. 11	4. 53	5. 35	6. 17	6. 59	7. 41	8. 24
47	0. 44	1. 27	2. 12	2. 56	3. 40	4. 23	5. 7	5. 51	6. 35	7. 18	8. 1	8. 45
	0. 41	1. 22	2. 3	2. 44	3. 25	4. 6	4. 47	5. 29	6. 10	6. 52	7. 33	8. 15
48	0. 45	1. 29	2. 14	2. 59	3. 43	4. 27	5. 12	5. 57	6. 41	7. 25	8. 9	8. 54
	0. 40	1. 20	2. 0	2. 41	3. 21	4. 1	4. 41	5. 22	6. 3	6. 44	7. 25	8. 6
49	0. 45	1. 30	2. 16	3. 1	3. 46	4. 31	5. 17	6. 2	6. 47	7. 32	8. 17	9. 2
	0. 39	1. 19	1. 58	2. 38	3. 17	3. 57	4. 36	5. 16	5. 56	6. 36	7. 16	7. 57
50	0. 45	1. 31	2. 17	3. 3	3. 49	4. 35	5. 21	6. 7	6. 53	7. 39	8. 24	9. 10
	0. 38	1. 17	1. 55	2. 34	3. 13	3. 52	4. 31	5. 10	5. 49	6. 38	7. 7	7. 47
51	0. 46	1. 33	2. 20	3. 6	3. 53	4. 39	5. 26	6. 13	6. 59	7. 46	8. 32	9. 18
	0. 37	1. 16	1. 53	2. 31	3. 9	3. 47	4. 25	5. 4	5. 42	6. 20	6. 58	7. 37
52	0. 46	1. 35	2. 22	3. 9	3. 57	4. 43	5. 31	6. 19	7. 5	7. 53	8. 39	9. 26
	0. 37	1. 14	1. 51	2. 28	3. 5	3. 42	4. 19	4. 57	5. 34	6. 12	6. 49	7. 27
53	0. 47	1. 37	2. 24	3. 12	4. 0	4. 47	5. 36	6. 24	7. 11	8. 0	8. 46	9. 34
	0. 36	1. 13	1. 49	2. 25	3. 1	3. 37	4. 13	4. 50	5. 27	6. 4	6. 40	7. 17
54	0. 48	1. 38	2. 26	3. 15	4. 3	4. 51	5. 41	6. 29	7. 17	8. 6	8. 53	9. 41
	0. 35	1. 11	1. 46	2. 21	2. 56	3. 32	4. 7	4. 43	5. 19	5. 55	6. 31	7. 7
55	0. 49	1. 39	2. 28	3. 17	4. 6	4. 55	5. 45	6. 34	7. 23	8. 12	9. 0	9. 48
	0. 34	1. 9	1. 43	2. 18	2. 52	3. 27	4. 2	4. 37	5. 12	5. 47	6. 22	6. 57
56	0. 50	1. 40	2. 20	3. 20	4. 9	4. 59	5. 49	6. 39	7. 28	8. 18	9. 7	9. 55
	0. 33	1. 7	1. 40	2. 14	2. 48	3. 22	3. 56	4. 30	5. 4	5. 38	6. 12	6. 47
57	0. 51	1. 41	2. 32	3. 22	4. 12	5. 3	5. 53	6. 43	7. 33	8. 24	9. 13	10. 2
	0. 32	1. 6	1. 38	2. 11	2. 44	3. 17	3. 50	4. 23	4. 56	5. 29	6. 3	6. 37
58	0. 51	1. 42	2. 34	3. 24	4. 15	5. 6	5. 57	6. 47	7. 38	8. 29	9. 19	10. 9
	0. 32	1. 4	1. 35	2. 7	2. 39	3. 11	3. 43	4. 15	4. 47	5. 20	5. 53	6. 26
59	0. 52	1. 43	2. 35	3. 26	4. 18	5. 9	6. 1	6. 51	7. 43	8. 34	9. 25	10. 16
	0. 31	1. 2	1. 33	2. 4	2. 35	3. 6	3. 37	4. 8	4. 39	5. 11	5. 43	6. 15
60	0. 52	1. 44	2. 36	3. 28	4. 20	5. 12	6. 4	6. 55	7. 47	8. 39	9. 31	10. 22
	0. 30	1. 0	1. 30	2. 0	2. 30	3. 1	3. 31	4. 1	4. 31	5. 2	5. 33	6. 4
62	0. 53	1. 46	2. 39	3. 32	4. 25	5. 18	6. 11	7. 3	7. 56	8. 49	9. 42	10. 34
	0. 28	0. 56	1. 24	1. 53	2. 21	2. 50	3. 18	3. 46	4. 15	4. 44	5. 13	5. 42
64	0. 54	1. 48	2. 42	3. 36	4. 30	5. 24	6. 18	7. 11	8. 5	8. 58	9. 52	10. 46
	0. 26	0. 53	1. 19	1. 45	2. 11	2. 38	3. 5	3. 32	3. 58	4. 25	4. 52	5. 19
66	0. 55	1. 50	2. 44	3. 39	4. 34	5. 29	6. 24	7. 18	8. 13	9. 7	10. 2	10. 57
	0. 24	0. 49	1. 13	1. 38	2. 2	2. 27	2. 51	3. 16	3. 41	4. 6	4. 31	4. 56
68	0. 56	1. 52	2. 47	3. 42	4. 38	5. 34	6. 30	7. 25	8. 20	9. 15	10. 11	11. 7
	0. 22	0. 45	1. 7	1. 3	1. 52	1. 15	2. 38	3. 1	3. 24	3. 47	4. 10	4. 33
70	0. 56	1. 53	2. 49	3. 45	4. 42	5. 38	6. 36	7. 31	8. 27	9. 23	10. 20	10. 16
	0. 20	0. 41	1. 1	1. 22	1. 42	2. 3	2. 24	2. 45	3. 6	3. 27	3. 48	4. 9
72	0. 57	1. 54	2. 51	3. 48	4. 45	5. 42	6. 40	7. 36	8. 33	9. 30	10. 27	11. 24
	0. 18	0. 37	0. 55	1. 14	1. 33	1. 52	2. 10	2. 29	2. 48	3. 7	3. 26	3. 45
74	0. 58	1. 55	2. 53	3. 50	4. 48	5. 46	6. 44	7. 41	8. 38	9. 36	10. 34	11. 31
	0. 16	0. 33	0. 49	1. 6	1. 23	1. 40	1. 56	2. 13	2. 30	2. 47	3. 4	3. 21
76	0. 58	1. 56	2. 54	3. 52	4. 51	5. 49	6. 47	7. 45	8. 43	9. 41	10. 40	11. 38
	0. 14	0. 29	0. 43	0. 58	1. 12	1. 27	1. 42	1. 57	2. 12	2. 27	2. 42	2. 57
78	0. 59	1. 57	2. 56	3. 54	4. 53	5. 52	6. 50	7. 49	8. 48	9. 47	10. 45	11. 44
	0. 12	0. 25	0. 37	0. 50	1. 2	1. 15	1. 27	1. 40	1. 53	2. 6	2. 19	2. 32
80	0. 59	1. 58	2. 57	3. 56	4. 55	5. 55	6. 53	7. 53	8. 52	8. 51	1. 50	11. 49
	0 10	0. 21	0. 31	0. 42	0. 52	1. 3	1. 13	1. 24	1. 34	1. 45	1. 56	2. 7

HAUTEURS POLAIRES.

TABLE de la hauteur des Astres & de l'angle formé par leur Azimuth & le premier vertical, lorsque ces Astres sont dans le cercle horaire de six heures.

HAUTEURS POLAIRES.

	DE'CLINAISONS.											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
D.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M	D M	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M.	D. M	D. M.
44	8. 59	9. 41	10. 22	11. 3	11. 43	12. 24	13. 5	13. 45	14. 25	15. 5	15. 45	16. 24
	9. 26	10. 10	10. 54	11. 39	12. 24	13. 9	13. 54	14. 40	15. 26	16. 12	16. 59	17. 46
45	9. 9	9. 51	10. 33	11. 15	11. 56	12. 37	13. 19	14. 0	14. 41	15. 22	16. 3	16. 43
	9. 17	10. 0	10. 44	11. 28	12. 12	12. 56	13. 41	14. 26	15. 11	15. 57	16. 43	17. 29
46	9. 19	10. 1	10. 44	11. 27	12. 9	12. 50	13. 33	14. 15	14. 57	15. 38	16. 20	17. 1
	9. 7	9. 50	10. 33	11. 16	11. 59	12. 43	13. 27	14. 11	14. 56	15. 41	16. 26	17. 11
47	9. 28	10. 11	10. 55	11. 39	12. 21	13. 3	13. 47	14. 29	15. 12	15. 54	16. 37	17. 18
	8. 57	9. 39	10. 22	11. 4	11. 47	12. 30	13. 13	13. 56	14. 40	15. 25	16. 9	16. 53
48	9. 37	10. 21	11. 6	11. 50	12. 33	13. 16	14. 0	14. 43	15. 27	16. 10	[illegible]	17. 35
	8. 47	9. 28	10. 10	10. 52	11. 34	12. 16	12. 58	13. 41	14. 24	15. 8	15. 51	16. 35
49	9. 46	10. 31	11. 16	12. 1	12. 45	13. 29	14. 13	14. 57	15. 42	16. 26	17. 10	17. 53
	8. 37	9. 17	9. 58	10. 40	11. 21	12. 2	12. 44	13. 26	14. 8	14. 51	15. 34	16. 17
50	9. 55	10. 41	11. 26	12. 12	12. 57	13. 42	14. 26	15. 11	15. 57	6. 42	17. 26	18. 9
	8. 26	9. 6	9. 46	10. 27	11. 7	11. 48	12. 29	13. 10	13. 52	14. 34	15. 16	15. 58
51	10. 4	10. 50	11. 36	12. 23	13. 8	13. 54	14. 39	15. 24	16. 1	16. 56	17. 4	18. 25
	8. 16	8. 55	9. 34	10. 14	10. 54	11. 34	12. 14	12. 54	3. 35	14. 16	14. 58	15. 39
52	10. 12	10. 59	11. 46	12. 33	13. 19	14. 6	14. 42	15. 37	16. 15	17. 10	17. 56	18. 41
	8. 5	8. 44	9. 22	10. 1	10. 40	11. 19	11. 58	12. 38	13. 18	13. 58	14. 39	15. 20
53	10. 20	11. 8	11. 56	12. 43	13. 30	14. 18	14. 54	15. 50	16. 38	17. 24	18. 11	18. 57
	7. 54	8. 32	9. 10	9. 48	10. 26	11. 4	11. 42	11. 21	13. 1	13. 40	14. 20	15. 0
54	10. 28	11. 17	12. 5	12. 53	13. 41	14. 29	15. 16	16. 3	16. 51	17. 38	18. 26	15. 13
	7. 43	8. 20	8. 57	9. 3[illegible]	10. 11	10. 49	11. 26	12. 4	12. 43	13. 22	14. 1	14. 40
55	10. 36	11. 25	12. 14	13. 3	13. 52	14. 40	15. 28	16. 16	17. 4	17. 52	18. 40	19. 28
	7. 32	8. 8	8. 44	9. 21	9. 57	10. 34	11. 10	11. 47	12. 25	13. 3	13. 41	14. 20
56	10. 44	11. 33	12. 23	13. 13	14. 2	14. 51	15. 39	16. 28	17. 17	18. 5	18. 54	19. 42
	7. 21	7. 56	8. 31	9. 7	9. 42	10. 18	10. 54	11. 30	12. 7	12. 44	13. 21	13. 59
57	10. 52	11. 41	12. 32	13. 22	14. 12	15. 1	15. 50	16. 40	17. 29	18. 18	19. 8	19. 56
	7. 10	7. 44	8. 18	8. 53	9. 27	10. 2	10. 37	11. 13	11. 49	12. 25	13. 1	13. 28
58	11. 0	11. 49	12. 41	13. 31	14. 22	15. 11	16. 1	16. 51	17. 41	18. 31	19. 21	20. 10
	6. 59	7. 32	8. 5	8. 38	9. [illegible]2	9. 46	10. 20	10. 55	11. 30	12. 5	12. 40	13. 16
59	11. 7	11. 57	12. 49	13. 40	14. 31	15. 21	16. 12	17. 2	17. 53	18. 44	19. 34	20. 24
	6. 47	7. 19	7. 52	8. 24	8. 57	9. 30	10. 3	10. 37	11. 11	11. 45	12. 20	12. 55
60	11. 14	12. 5	12. 57	13. 49	14. 40	15. 31	16. 22	17. 13	18. 5	18. 56	19. 47	20. 37
	6. 35	7. 6	7. 38	8. 10	8. 42	9. 14	9. 46	10. 19	10. 52	11. 25	11. 59	12. 33
62	11. 26	12. 19	13. 12	14. 5	14. 58	15. 49	16. 41	17. 33	18. 26	19. 18	20. 10	21. 1
	6. 11	6. 41	7. 10	7. 40	8. 10	8. 40	9. 11	9. 42	10. 13	10. 44	11. 16	11. 48
64	11. 38	12. 33	13. 27	14. 20	15. 13	16. 7	17. 0	17. 53	18. 47	19. 40	20. 33	21. 25
	5. 46	6. 14	6. 42	7. 10	7. 38	8. 6	8. 35	9. 4	9. 33	10. 3	10. 32	11. 2
66	11. 52	12. 46	13. 41	14. 35	15. 29	16. 24	17. 18	18. 13	19. 7	20. 1	20. 55	21. 49
	5. 22	5. 48	6. 13	6. 39	7. 5	7. 32	7. 58	8. 2[illegible]	8. 52	9. 20	9. 48	10. 16
68	12. 2	12. 57	13. 53	14. 48	15. 43	16. 39	17. 34	18. 29	19. 24	20. 19	21. 1[illegible]	22. 9
	4. 56	5. 20	5. 44	6. 8	6. 32	6. 56	7. 21	7. 46	8. 11	8. 36	9. 2	9. 28
70	12. 12	13. 38	14. 5	15. 1	15. 57	16. 53	17. 49	18. 45	19. 41	20. 37	21. 3[illegible]	22. 28
	4. 30	4. 52	5. 14	5. 36	5. 58	6. 21	6. 43	7. [illegible]	7. 29	7. 52	8. 16	8. 0
72	12. 21	13. 17	14. 15	15. 12	15. 8	17. 5	18. 2	18. 58	19. 56	20. 53	21. 49	22. 45
	4. 4	4 2[illegible]	4. 44	5. 4	5. 24	5. 44	6. 4	6. 25	6. 46	7. 7	7. 28	7. 50
74	12. 29	13. 26	14. 24	15. 22	15. 19	17. 16	18. 14	19. 11	20. 9	21. 7	22. 4	23. 1
	3. 38	3. 56	4. 13	4. 3	4. 49	5. 7	5. 25	5. 44	6. 2	6. 21	6. 40	7. 0
76	12. 36	13. 34	14. 32	15. 31	16. 29	17. 27	18. 25	19. 23	20. 21	21. 19	22. 17	23. 15
	3. 12	3. 27	3. 42	3. 58	4. 14	4. 30	4. 46	5. 2	5. 18	5. 35	5. 52	6. 9
78	12. 42	13. 41	14. 39	15. 39	16. 37	17. 35	18. 34	19. 33	20. 31	21. 30	22. 28	23. 27
	2. 45	2. 58	3. 11	3. 25	3. 38	3. 52	4. 6	4. 20	4. 34	4. 48	5. 2	5. 17
80	12. 48	13. 47	14. 46	15. 45	16. 44	17. 43	8. 42	19. 41	20. 40	21. 39	22. 38	23. 37
	2. 18	2. 29	2. 40	2. 51	3. 2	3. 14	3. 25	3. 37	3. 49	4. 1	4. 13	4. 25

VI.

Moyen de se servir de la Table ordinaire des amplitudes pour trouver la variation de la Boussole, par les astres qui sont dans le premier vertical.

NOus pouvons encore fournir aux Marins une autre occasion de trouver la déclinaison de l'aiguille, par l'azimuth d'un astre qui est élevé, & cela sans qu'ils soient obligés d'entrer dans aucun calcul. C'est lorsque les astres passent dans le premier vertical ; & pour les prendre dans le moment précis de ce passage, il n'y a qu'à les observer à une certaine hauteur qu'on trouvera par le moyen des Tables ordinaires des amplitudes. Après avoir pris le complement de la hauteur polaire, on le fera convenir dans la Table comme si c'étoit une hauteur polaire même, avec la déclinaison de l'astre, & au lieu d'avoir l'amplitude, on trouvera la hauteur de l'astre, lorsqu'il passe dans le premier vertical. Cette pratique est fondée sur ce que cette hauteur qu'on veut découvrir, est l'hypotheneuse d'un triangle spherique rectangle, dont on connoît un des angles obliques, & le côté oposé, & sur ce qu'on peut se servir dans une pareille circonstance, de toutes les Tables qui sont déja construites pour donner l'hypoteneuse de quelqu'autre triangle spherique, dont on connoît également un des angles obliques, & le côté oposé. Suposé donc qu'on soit par 40 degr. de hauteur polaire, & que l'astre soit éloigné de l'équateur de 6 degr. il n'y a qu'à chercher dans la Table ordinaire des amplitudes, dans celle qui est inserée, par exemple, dans le Livre de la Connoissance des temps de 1729, & des

années précédentes ; il n'y a, dis-je, qu'à chercher 50 degr. au haut, & 6 degr. dans la premiere colonne ; & on aprendra que l'astre est élevé de 9 deg. 22 min. lorsqu'il passe dans le premier vertical. Ainsi lorsqu'on l'observera à cette hauteur, il indiquera le point du vrai Est ou du vrai Oüest, & il n'y aura donc qu'à éxaminer en même temps la situation de la Boussole. Lorsque le Soleil est du côté du Pole abaissé, on ne le voit point passer par le premier vertical ni par le cercle horaire de six heures ; ce qui empêche de se servir alors de cet astre dans les deux cas marqués : mais il y a toujours du côté du Pole élevé plusieurs étoiles qui sont propres à ces sortes d'observations.

VII.

Qu'il est assez difficile de trouver éxactement la variation par des instrumens qu'on orienteroit à peu près comme on dispose certains cadrans portatifs.

ENfin si on n'a point eu la commodité de découvrir la variation de la Boussole dans l'une de ces trois occasions, ou lorsque l'astre se levoit ou se couchoit, ou lorsqu'il passoit par le cercle horaire de 6 heures, ou lorsqu'il passoit par le premier vertical, il faudra avoir recours au calcul pour trouver par la trigonometrie sphérique le vrai azimuth. C'est ce qui est expliqué trop au long dans plusieurs Traitez de Marine, pour que nous soyons obligés d'insister sur la maniere de faire ce calcul. Nous nous contenterons de dire qu'il n'y a gueres lieu d'esperer qu'on puisse éviter la longueur de l'opération, en se servant de quelques figures, ou en employant quelques instrumens particuliers : On ne peut toujours parvenir par tous

tous ces moyens qu'à une détermination trop grossiere & trop éloignée d'une certaine éxactitude. Nous ne sçaurions croire, par éxemple, qu'on puisse se servir avec succès de l'anneau astronomique universel, placé au-dessus d'une boussole, ainsi qu'on le voit representé dans quelques Livres, comme dans le Traité, *Pratical Navigation, or an introduction to the wol Art* de M. Seller Hydrographe Anglois. On oriente cet instrument, comme pour observer l'heure, & l'anneau situé alors selon les Régions du Monde, rend sensible la variation de la Boussole qui est placée au-dessous. Mais outre qu'on n'a point de cette sorte égard à la réfraction, & qu'on ne peut pas d'un autre côté donner une grandeur suffisante à l'anneau; quelle difficulté ne doit-il pas y avoir encore à l'orienter sur un Navire, où il n'est pas possible qu'un instrument prenne de lui-même une situation éxactement verticale?

Puisqu'il est comme décidé que ce n'est qu'en se servant de l'horison sensible ou visuel qu'on peut entretenir un instrument dans un état constant, il faut que ce soit le Pilote qui le soutienne, & afin qu'il l'oriente en même temps sans avoir besoin du secours d'aucune autre personne, il faut qu'en visant à l'horison, il puisse éxaminer si le rayon de l'astre tombe précisément dans l'endroit convenable. Voilà les deux conditions qui doivent, avec une construction éxacte, caractériser un instrument parfait dans ce genre : Et cela suposé, on ne peut gueres lui donner que la forme que nous avons representée dans la figure 8. *AC* est une regle de 18 ou 20 pouces de long, qu'on dispose horisontalement, en appliquant l'œil à la pinnule *B*, & en regardant l'extrêmité apparente de la Mer par la fente de la pinnule *D*. Cette regle porte un demi cercle *EFG* divisé en degrez, qui sert à donner à la regle mobile *CH* attachée au centre *C*, la même situation qu'à l'axe du Monde. On fait glisser le long de cette

derniere regle le demi cercle *K N M* qui eſt ſitué perpendiculairement au reſte de l'inſtrument, & qui repreſente un parallele à l'équateur, & on éloigne ce demi cercle du centre *C*, ou on l'en approche, en comptant depuis *C* juſqu'en *L* ſur la regle *C H* que nous ſupoſons graduée, la déclinaiſon du Soleil. On voit aſſez qu'il ſera facile de graduer cette regle; car ſi on prend le ſemidiametre *N L* du demi cercle *K N M* pour ſinus total, les diverſes parties *C L* ſeront les tangentes des differentes déclinaiſons du Soleil, ou des angles, comme *C N L* formés par les rayons de cet aſtre, & par le plan du demi cercle *K N M*, qui eſt parallele à l'équateur. Enfin la conſtruction entiere de l'inſtrument ne ſera pas plus difficile; & ſon uſage ſera auſſi tout-à-fait ſimple, puiſqu'il ſuffira de viſer à l'horiſon par les pinnules *B* & *D*, & de faire tomber le bord de l'ombre du demi cercle *K N M* ſur le point *C*; pour que la regle *A C* ſe trouve diſpoſée dans le plan du méridien, & qu'elle puiſſe faire connoître la variation des Bouſſoles qu'on mettra à côté. Cependant il nous paroît encore que quoique cet inſtrument ait, peut-être, toute la perfection qu'on puiſſe lui donner, il s'en faut beaucoup qu'il doive faire trouver la variation avec la même éxactitude que lorſqu'on ſe ſert du calcul. Car on eſt toujours expoſé à commettre ces erreurs inévitables qui ſe trouvent dans toutes les opérations, & elles doivent être ici à peu près les mêmes que lorſqu'on cherche la hauteur d'un aſtre & ſon azimuth par le moyen de l'inſtrument de la figure 7. On obſerve en effet les mêmes choſes, quoiqu'on le faſſe d'une maniere implicite. Mais la hauteur de l'aſtre & ſon azimuth étant ou déterminés ou comme déterminés, il vaut infiniment mieux déduire le reſte par ſuputation, que de le vouloir trouver par la ſeule conſtruction de l'inſtrument; puiſque cet inſtrument ſera toujours ſujet à quelques défauts dans ſa diſpoſi-

tion particuliere, & que ces défauts produiront de nouvelles erreurs que ne produiroit pas le calcul.

VIII.

Du choix que nous avons à faire dans la partie suivante.

IL nous resteroit à parler encore de quelques autres moyens proposés par differens Auteurs : Mais comme ils se réduisent tous aux mêmes élemens, & qu'ils suposent à peu près les mêmes principes, il n'est pas nécessaire d'étendre davantage cette seconde partie, que nous avons bien moins destinée à l'explication de plusieurs moyens déja assez connus, qu'à tâcher de leur conferer à tous quelques nouveaux degrez de facilité ou d'éxactitude, en perfectionant les differentes operations dont ils peuvent être formés. Il est évident d'ailleurs qu'il n'y a point de méthode qui soit d'un usage plus étendu que celle de trouver la variation par une seule observation. Ainsi le choix que nous nous proposons de faire dans la partie suivante, ne doit pas tant tomber sur les divers moyens qu'on peut employer, que sur les deux differentes applications qu'on peut faire du même. Il s'agit de déterminer en quel endroit du Ciel il faut que l'astre soit, pour que toute l'operation se trouve plus éxacte : Il faut marquer si l'astre doit être dans l'horison ou à une certaine hauteur. On verra aussi qu'il suffit de faire ce choix avec connoissance de cause, pour pouvoir prononcer sur le mérite de toutes les autres méthodes de trouver la variation, & pour reconnoître dans quelles circonstances on peut principalement les employer. Nous pourrions, peut-être, encore promettre davantage ; car nous sommes per-

ſuadés qu'on ne peut pas réſoudre la queſtion préſente; en entrant dans le dernier détail de la choſe, & en ſe conduiſant d'une maniere un peu rigoureuſe, ſans répandre en même temps quelques lumieres ſur divers points d'Aſtronomie. Il eſt toujours certain que nous ne pouvons pas réüſſir dans notre entrepriſe, ſans fournir une méthode reglée de diſtinguer toujours entre pluſieurs conſtructions ou opérations qui ſervent de ſolutions au même problême, celles qui ſont les meilleures dans la pratique; ce qui ne peut pas manquer de contribuer à promouvoir une ſcience comme l'Aſtronomie, qui eſt toute fondée ſur le choix & ſur l'uſage des obſervations.

TROISIE'ME PARTIE.

Du choix entre les divers moyens d'observer la variation.

I.

De la maniere dont on peut choisir entre plusieurs méthodes qui sont également bonnes dans la théorie.

LEs défauts des instrumens dont nous sommes obligés de nous servir, & l'imperfection de nos sens, sont cause que nous nous trompons toujours de quelque chose dans nos opérations. On doit sans doute se proposer la plus grande justesse; on doit agir avec une attention aussi scrupuleuse que si on prétendoit ne se point tromper du tout: Mais après cela il faut se contenter de l'éxactitude qu'on peut obtenir. Il suffit ici, par éxemple, de commettre quelque erreur, ou en observant sur la Boussole l'azimuth magnétique, ou en prenant la hauteur de l'astre, qui sert à trouver le vrai azimuth, pour se tromper dans la déclinaison de l'aiguille. On ne doit pas attendre du hazard que ces erreurs se corrigent mutuellement, quoique cela puisse arriver quelquefois: Mais on peut éxaminer dans quelles rencontres elles tirent moins à consequence. Il n'y a pour cela qu'à les considerer dès leurs origines, éxaminer leurs effets dans chaque partie de l'opération, & les suivre jusques dans le dernier résultat: à peu près de la même maniere que dans le calcul des fluxions, on trouve le changement qu'ap-

porte à une expreſſion algébrique la variabilité de quelqu'une des quantités dont elle eſt formée. Toutes les méthodes qu'il s'agit de comparer, ſont, ſi on le veut, parfaitement légitimes, elles ſont rigoureuſement géometriques, *ακριβῶς geometricæ*: Mais il n'eſt pas ſurprenant que les mêmes erreurs commiſes dans les obſervations dont on a beſoin, & qu'on prend pour fondement du calcul, mettent dans la pratique, en ſe compliquant de diverſes manieres, une grande différence entre des méthodes qui ſont également bonnes dans la ſpéculation.

Ce que nous venons de dire qu'on doit conſiderer les erreurs dès leurs origines, & voir à quoi elles ſe réduiſent en les ſuivant dans leur propagation; à peu près comme on cherche dans le calcul differentiel l'augmentation ou la diminution que reçoit un polinome ou une quantité algébrique, par le changement infiniment petit que ſouffre quelqu'un de ſes facteurs; cela, dis-je, ſuffit pour donner une idée aux Géometres, de la maniere dont nous devons nous conduire dans le choix que nous nous propoſons de faire. Comme les erreurs dont nous voulons découvrir le réſultat, ſont toujours très-petites en comparaiſon des quantités qu'elles alterent, que ces erreurs ne ſont ici que de petits arcs de 10, de 15 ou de 20 minutes, qui ſont ſenſiblement de petites lignes droites, nous pouvons employer le calcul differentiel même, & conſiderer ces erreurs comme ſi elles étoient des fluxions ou des differentielles; parce que ſi elles ſont effectivement plus grandes, elles ſuivent au moins toujours ſenſiblement les mêmes raports. On n'avoit, peut-être, point encore donné cet uſage au calcul différentiel: Il faut convenir qu'il n'y a pas grand mérite à y avoir penſé; mais on oſe cependant aſſurer, qu'on peut tirer de très-grands avantages de cetre nouvelle application.

II.

Moyen de découvrir les erreurs produites dans le calcul de l'azimuth, par les petites quantités dont on eſt toujours ſujet à ſe tromper dans l'obſervation de la hauteur de l'aſtre.

AU lieu de nous ſervir de la Trigonometrie ſphérique, nous employerons la projection Orthographique de la Sphere : Nous ſupoſerons qu'on ait repreſenté tous les cercles ſur le plan du Méridien, en abaiſſant ſur ce plan des perpendiculaires de tous leurs points. A & B (fig. 9 & 10) ſont les deux Poles du Monde ; H & I le Zénith & le Nadir ; DE l'horiſon ; FG l'équateur ; KQ le parallele à l'équateur ſur lequel eſt l'aſtre S ; MSN eſt ſon almicantarath, & l'ellipſe $HSLI$ repreſente ſon azimuth. Nous déſignerons le rayon DC, le ſinus total, par la lettre a ; le ſinus de la hauteur polaire par b ; & le ſinus de complement de cette hauteur par c. Nous nommerons h le ſinus de la hauteur DM, ou NE de l'aſtre S ; c'eſt-à-dire, que $CV = h$, & nous aurons en même temps $\sqrt{a^2 - h^2} = \sqrt{\overline{CM}^2 - \overline{CV}^2}$ pour le ſinus MV de complement. z marquera le ſinus LC de l'angle que fait l'azimuth de l'aſtre avec le premier vertical, ou le ſinus de la diſtance de cet aſtre au vrai Eſt ou au vrai Oüeſt, à meſurer ſur l'horiſon. Et enfin e ſera l'erreur, commiſe dans l'obſervation de la hauteur LS, ou ce qui revient au même, e déſignera le petit intervalle Mm ou Nn qu'il y a entre l'almicantarath MSN ſur lequel l'aſtre eſt effectivement, & l'almicantarath msn ſur lequel on croit qu'il eſt ſitué, parce qu'on

s'eſt trompé de la petite quantité e, en obſervant ſa hauteur.

Il eſt clair que ſupoſé, comme nous le faiſons d'abord ici, qu'on connoiſſe exactement la latitude du lieu où l'on eſt, & qu'on connoiſſe auſſi dans la derniere préciſion la déclinaiſon de l'aſtre, cette erreur e ſera cauſe qu'on croira l'aſtre en s, pendant qu'il ſera effectivement en S. Ainſi le calcul fera trouver la ſituation de l'azimuth $HslI$, au lieu de donner celle de l'azimuth $HSLI$; & c'eſt donc la difference qu'il y a entre ces deux verticaux qu'il s'agit de découvrir. Or ſi après avoir tiré les deux petites lignes mZ & sP parallelement à HC, & avoir conduit le rayon MC, on conſidere que la reſſemblance du petit triangle MmZ & du grand CMV, fournit cette proportion $MC\ (a).\ MV(\sqrt{a^2-b^2}) :: Mm\,(e).\,mZ$, on aura $\frac{e\sqrt{a^2-b^2}}{a}$ pour la valeur de mZ, & on trouvera $\frac{eb}{a}$ pour celle de MZ par cette autre proportion; $MC(a).\ CV(b) :: Mm\ (e).\ MZ$. Dans le petit triangle rectangle sPS, où l'angle s eſt égal à celui de la hauteur polaire, & l'angle S au complement, on poura enſuite trouver PS par cette analogie; le ſinus c de ce dernier angle eſt au côté $Ps = mZ = \frac{e\sqrt{a^2-b^2}}{a}$, comme le ſinus b de l'angle s égal à la hauteur polaire eſt à $PS = \frac{be\sqrt{a^2-b^2}}{ac}$. Et ſi d'un autre côté on fait attention que toutes les ordonnées comme MV du demi cercle $HMDI$ ſont aux ordonnées correſpondantes RV de l'ellipſe $HRlI$, comme DC eſt à lC, ou à LC, & qu'il y a auſſi le même raport des élemens MZ des ordonnées du cercle aux élemens correſpondans RP des ordonnées de l'ellipſe, on poura trouver RP par cette analogie; $DC\ (a).\ lC = LC$

(z)

(z) : : $MZ\left(\frac{eb}{a}\right)$. $RP = \frac{ehz}{aa}$; & ſi on ajoute *RP* à *PS* dont nont nous avons déja trouvé la valeur, nous aurons $RS = \frac{eb\sqrt{a^2-h^2}}{ac} + \frac{ehz}{a^2}$, ſupoſé que l'aſtre ſoit du côté du Pole abaiſſé par raport au premier vertical, comme dans la figure 9. Mais il faudra ôter *RP* de *PS*, ſi l'aſtre eſt de l'autre côté, comme dans la figure 10, & on aura $RS = \frac{be\sqrt{a^2-h^2}}{ac} - \frac{ehz}{a^2}$: De ſorte qu'en réüniſſant les deux expreſſions enſemble, on a $\frac{be\sqrt{a^2-h^2}}{ac} \pm \frac{ehz}{a^2}$ ou $\frac{abe\sqrt{a^2-h^2} \pm cehz}{a^2c}$ pour la valeur de *RS*, qui eſt l'intervale compris entre les deux azimuths *HlI*, & *HLI* ſur l'almicantarath *MN*. Enfin comme *RS* eſt à *lL*, en même raiſon que *SV* eſt à *LC*, ou que *MV* eſt à *DC*, nous aurons cette analogie $MV(\sqrt{a^2-h^2}$. $DC(a)$: : $RS = \frac{abe\sqrt{a^2-h^2} \pm cehz}{a^2c}$. *Ll*; ce qui nous donne $\frac{abe\sqrt{a^2-h^2} \pm cehz}{ac\sqrt{a^2-h^2}}$ pour le petit intervale *lL* compris ſur l'horiſon.

Mais cet intervale *lL* meſuré qu'il eſt ſur le diametre de l'horiſon, differe de celui qui eſt compris ſur l'horiſon-même entre les deux azimuths; & c'eſt cependant ce dernier que nous devons trouver, dont *lL* n'eſt que la projection. Cet intervale que nous voulons découvrir, eſt repreſenté par le petit arc $\Lambda\lambda$ dans la figure 11, où le demi cercle $D\varkappa E$ repreſente une moitié de l'horiſon, *DE* eſt la ligne Nord & Sud; $\varkappa$ eſt le point du vrai Eſt ou du vrai Oüeſt, & Λ & λ les deux points où les deux azimuths dont dont *HLI* & *HlI* ſont les projections, viennent rencontrer l'horiſon $D\varkappa E$: De ſorte que $\Lambda\varkappa$ eſt la vraye diſtance horiſontale de l'aſtre au vrai Eſt ou au vrai Oüeſt, & $\lambda\varkappa$ eſt la diſtance trouvée par le calcul, & qu'on re-

garde comme vraye, parce qu'on se trompe. Si on fait attention après cela que le petit arc $\Lambda\lambda$ peut être pris pour une ligne droite, & qu'il est l'hypoteneuse du petit triangle $\Lambda\theta\lambda$ qui est semblable au grand $CL\Lambda$, il ne restera plus qu'à faire cette proportion, $L\Lambda = \sqrt{\overline{C\Lambda}^2 - \overline{CL}^2} = \sqrt{a^2-z^2}$. $C\Lambda\,(a) :: \theta\lambda = lL = \frac{abe\sqrt{a^2-b^2} \pm cebz}{ac\sqrt{a^2-b^2}}$. $\Lambda\lambda = \frac{abe\sqrt{a-b^2} \pm cebz}{c\sqrt{a^2-b^2}\sqrt{a^2-z^2}} = \frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} \pm \frac{ebz}{\sqrt{a^2-b^2}\sqrt{a-z^2}}$. Ainsi nous connoissons maintenant combien une erreur commise dans l'observation de la hauteur de l'astre s, influë dans le calcul qu'on est obligé de faire pour découvrir la distance horisontale de l'astre au vrai Est ou au vrai Oüest. Nous voyons qu'en se trompant de la quantité e sur la hauteur, on se trompe de la quantité $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} \pm \frac{ebz}{\sqrt{a^2-b^2}\sqrt{a^2-z}}$ dans la situation de l'azimuth. Cette derniere erreur résultant de l'autre, en est comme le *moment*.

III.

Que les astres qui sont dans la partie du Nord sont les plus propres pour l'observation de la variation.

CEla supposé, nous pouvons maintenant résoudre avec beaucoup de facilité plusieurs problémes qui ne laissent pas d'être curieux, & qui sont encore beaucoup plus utiles. Il suffit, par éxemple, de jetter les yeux sur l'expression $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} \pm \frac{ebz}{\sqrt{a^2-b^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ pour connoître que lorsqu'on veut trouver la varia-

tion de la Bouſſole, ou déterminer la ligne méridienne, il vaut beaucoup mieux ſe ſervir des aſtres, qui ſont par raport au premier vertical du côté du pole élevé, que de ceux qui ſont de l'autre côté; c'eſt ce qui eſt de la derniere évidence. Car que l'aſtre ſoit du côté du Nord, ou du côté du Sud, on peut ſe tromper de la même quantité e, lorſqu'on obſerve ſa hauteur; mais cette même erreur e en produit une bien plus grande dans le calcul de l'azimuth, lorſque l'aſtre, par éxemple, eſt ici du côté du Sud, que lorſqu'il eſt du côté du Nord; puiſqu'en général $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} + \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ qui appartient au premier cas, eſt plus grand que $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} - \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ qui appartient au ſecond. Nous voyons encore que ſi on étoit obligé de ſe ſervir des aſtres qui ſont du côté du Sud, ou du côté du pole abaiſſé, il faudroit préferer ceux qui ſont les plus proches du premier vertical: Car à meſure que le ſinus de leur diſtance au vrai Eſt, ou au vrai Oüeſt eſt plus petit, l'erreur $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} + \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ qu'on a à craindre, ſe trouve auſſi plus petite. Il vaudroit encore beaucoup mieux avoir recours aux aſtres qui ſont dans le premier vertical-même: le ſinus CL (z) ſeroit alors nul, & on ne ſeroit expoſé à ſe tromper dans le vrai azimuth que de la quantité $\frac{be}{c}$ à laquelle ſe reduit alors $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} + \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$.

IV.

Que dans tous les almicantaraths qui ſont plus élevés que le Pole, il y a un certain point où l'erreur qu'on peut commettre dans la hauteur de l'aſtre, n'influë point du tout dans le calcul de l'azimuth.

MAis il ne faut pas que nous nous contentions de ſçavoir que ce ſont les aſtres qui ſont du côté du Nord ou du côté du pole élevé, qui ſont les plus propres pour la détermination de la ligne méridienne ; il faut que nous tâchions de marquer l'endroit précis où il faut qu'ils ſoient, pour que la détermination ſoit faite avec le plus d'éxactitude qu'il eſt poſſible. Je conſidere d'abord que l'erreur $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} - \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ peut être nulle, quoiqu'on ſe trompe toujours de la même quantité e dans l'obſervation de la hauteur ; il ſuffit pour cela que les deux termes $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}}$ & $\frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ ſoient égaux, puiſqu'étant affectez de ſignes contraires, ils ſe détruiront mutuellement. Mais l'égalité de ces deux termes ſe réduit à $\frac{ab}{c} = \frac{hz}{\sqrt{a^2-h^2}}$ dont il nous eſt également libre de tirer ou la valeur de z en ſuppoſant que h eſt connuë, ou celle de h, en ſuppoſant que c'eſt z qu'on connoît. Dans la premiere ſuppoſition il vient $z = \frac{ab\sqrt{a^2-h^2}}{ch}$; dans la ſeconde $h = \frac{a^2b}{\sqrt{c^2z^2+a^2b^2}}$ ou bien $h = \frac{a^2b}{\sqrt{a^2z^2-b^2z^2+a^2b^2}}$

en mettant a^2-b^2 à la place de c_2; & l'on peut se servir de l'une ou de l'autre de ces deux formules, pour déterminer les points; comme *O* (fig. 10.) où il faut que soient les astres, pour que l'erreur *e* qu'on commet dans l'observation de leur hauteur, n'influë point dans le calcul qu'on est obligé de faire, pour découvrir la situation de leur vrai azimuth. La formule $h = \frac{a^2b}{\sqrt{a^2z^2-b^2z^2+a^2b^2}}$ nous fait voir que dans chaque azimuth *HTI* il y a un poiut *O* qui a cette proprieté, & que ce point se trouve plus ou moins élevé au-dessus de l'horison, selon que l'azimuth differe plus ou moins du premier vertical, ou selon que *CT* (z) se trouve plus ou moins grand. Si l'azimuth *HTI* se confond avec le premier vertical, *CT* sera nul, & la formule $h = \frac{a^2b}{\sqrt{a^2z^2-b^2z^2+a^2b^2}}$ donnera *a* pour la valeur de *h*; ce qui nous apprend que le point *O* est au zenith : au lieu que si on supose $z = a$, ce qui arrive lorsque l'azimuth *HTI* se confond avec la moitié du méridien *HEI*; on trouve *b* pour la valeur de *h*, de sorte que le point *O* est alors à la même hauteur que le pole, & il est donc dans le pole-même. Enfin pour peu qu'on éxamine la nature de ces points, on verra que ce sont ceux de digression de tous les astres, qui dans leurs mouvemens journaliers passent entre le pole & le zenith. Le parallele que décrivent ces astres, est touché dans le point *O* par l'azimuth *HTI*; là il y a une petite partie *Oo* commune à ces deux cercles, & lorsque l'astre y est parvenu, il monte ou descend sans changer sensiblement de vertical; ce qui fait quon peut se tromper dans l'observation de la hauteur, sans que l'erreur tire à conséquence dans la situation de l'azimuth. Si on cherche le lieu de tous les points *O*, on verra qu'ils forment la circonference d'une hyperbole dont *C* est le centre, & *CE* & *CF* les deux

Asymptotes. Ces points sont ici sur la ligne courbe; dans la projection : Mais il faudroit élever des perpendiculaires au plan du méridien, pour les avoir sur la surface-même de la Sphere.

V.

Que de tous les Astres qui sont à une même hauteur, & qui sont moins élevés que le Pole, ce sont ceux qui sont sur le cercle horaire de six heures, qui sont les plus propres pour l'observation de la variation.

Ce ne sont que les almicantaraths qui sont au-dessus du Pole, qui ont des points comme O, où l'erreur $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} - \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ qu'on peut commettre dans le calcul de l'azimuth, se réduit à rien : Mais il peut y avoir au moins dans les autres almicantaraths des points où l'erreur est la plus petite qu'il est possible. Pour trouver la valeur de z qui rend effectivement $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} - \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ un *minimum* dans chaque parallele à l'horison ; je prends la différentielle de cette quantité, en regardant simplement z comme variable. Il vient $\frac{abezdz\sqrt{a^2-h^2} - a^2cehdz}{c\sqrt{a^2-h^2}\times \overline{a^2-z^2}^{\frac{3}{2}}}$ & l'égalant à zéro, on trouve $z = \frac{ach}{b\sqrt{a^2-h^2}}$; ce qui fait déja connoître qu'il faut que le sinus CL de la distance horisontale de l'astre S (fig. 9. & 10.) au vrai Est ou au vrai Oüest soit égal à $\frac{ach}{b\sqrt{a^2-h^2}}$ pour que le calcul de

l'azimuth ſe reſſente le moins qu'il eſt poſſible, de l'erreur qui peut ſe trouver dans la hauteur. Mais ſi on fait cette proportion $CE\,(a).\ VN\,(\sqrt{a^2-h^2})::$ $CL = \frac{ach}{b\sqrt{a^2-h^2}}.\ VS = \frac{ch}{b}$, on verra que VS doit être égale à VX, puiſqu'on trouve $\frac{ch}{b}$ pour ſa valeur, & que c'eſt auſſi celle de VX; car dans le triangle XVC, le ſinus b de l'angle VXC qui eſt égal à la hauteur polaire, eſt à $CV\,(h)$ comme le ſinus c de l'angle VCX complement de la hauteur polaire eſt à $VX = \frac{ch}{b}$. Ainſi on voit que de tous les aſtres qui ſont ſur un même almicantarath MN, ce ſont ceux qui paſſent actuellement en X par le cercle horaire de ſix heures, qui ſont les plus propres pour les obſervations qui ont raport à la détermination des lignes méridiennes. Il eſt vrai que ſi on ſe trompe en obſervant la hauteur, on commettra auſſi quelque erreur dans le calcul qu'on fera pour trouver la ſituation de l'azimuth : mais cela n'empêche pas que le point X ne ſoit toujours le plus avantageux ; puiſqu'on ſeroit expoſé à ſe tromper également, en obſervant la hauteur des aſtres qui ſont dans les autres points de l'almicantarath, & que la même erreur influeroit alors beaucoup plus dans la ſituation de l'azimuth. Au ſurplus ſi on introduit $\frac{ach}{b\sqrt{a^2-h^2}}$ à la place de z dans $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} - \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$, afin de rendre particuliere au point X, cette expreſſion qui convient à tous les points de VN, on trouvera après quelques réductions, $\frac{ae\sqrt{b^2-h^2}}{c\sqrt{a^2-h^2}}$ ou $\frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$, & ce ſera donc là la moindre erreur qu'on aura à craindre ; c'eſt-à-dire, que ce ſera la quantité dont on ſera ſujet à ſe trom-

per, lorſque l'aſtre ſera en Z ou en X, &c. dans le cercle horaire de ſix heures.

VI.

Qu'il y a encore cet avantage à obſerver les aſtres qui ſont ſur le cercle horaire de ſix heures, que l'erreur qu'on peut commettre dans la hauteur polaire, n'influë point dans le calcul de l'azimuth.

NOus pouvons encore confirmer par une autre raiſon la propriété ſinguliere que nous attribuons à tous les points de ce cercle. C'eſt que ſi on ſe trompe dans l'obſervation de la hauteur polaire, l'erreur qu'on commettra, n'en produira aucune dans le calcul du vrai azimuth; & ce ne ſeroit pas la même choſe, ſi l'aſtre étoit dans tous les autres endroits du Ciel. Supoſé qu'on ſe trompe dans la hauteur polaire *AE* (fig. 12.) de la quantité *Aa*, on ſe trompera également dans la ſituation de l'équateur *FG*; le parallele *KQ* ſe trouvera ſitué en *kq*, & le calcul donnera la ſituation de l'azimuth *HslI*, comme ſi l'aſtre étoit en *s*, quoiqu'il ſoit effectivement en *S*, & que ce ſoit *HSLI* ſon azimuth. Il eſt facile de trouver la différence des deux, ou la quantité dont on ſe trompe dans le calcul. Car *CL* (z) ſinus de la diſtance horiſontale de l'aſtre au vrai Eſt ou au vrai Oüeſt, étant donné, comme ci devant, de même que le ſinus h de la hauteur *SL* de l'aſtre, on n'a qu'à chercher d'abord *VS*, qui eſt à *CL*, comme *VM* ſinus complement de la hauteur de l'aſtre eſt au ſinus total *CE*. *VS* étant trouvée, on cherchera *VX* par le moyen du triangle *CVX*, dont on connoît tous les angles

&

& le côté *CV* (*h*). On trouvera enſuite *SY* dans le triangle *SXY*; & après avoir trouvé *sP* par cette proportion qui eſt fondée ſur la reſſemblance des deux ſecteurs *ACa* & *sYP*; *CA* eſt à l'erreur *Aa* commiſe dans la hauteur polaire, comme *SY* eſt à *sP*, il faudra, en réſolvant le petit triangle *SPs*, chercher ſon hypoteneuſe *Ss*, qui eſt l'intervale compris entre les deux ellipſes *HSLI* & *HslI* ſur le parallele *MN* à l'Horiſon, & il ne reſtera plus qu'à achever le reſte préciſément, comme on l'a fait dans les figures 9. & 10. après avoir découvert *RS*. On trouve de cette ſorte que *p* déſignant l'erreur *Aa* dans la hauteur polaire, la formule $\frac{bzp}{c\sqrt{a^2-z^2}} \pm \frac{achp}{c\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ exprime la quantité dont on ſe trompe dans la ſituation du vrai azimuth *HLI*. C'eſt ce que nous ne faiſons qu'indiquer, parce qu'il n'y a rien de difficile dans tout cela, pour ceux qui ont entendu ce que nous avons déja dit. Nous nous contentons de faire remarquer que les deux points *S* & *s*, celui où eſt effectivement l'aſtre, & celui où on le ſupoſe dans le calcul, à cauſe de l'erreur qu'on commet dans la hauteur polaire, ſont d'autant plus éloignés l'un de l'autre, que l'aſtre eſt plus éloigné du point *Y*; & que ces deux poinrs *S* & *s* ſe confondent, & n'en forment plus qu'un ſeul, auſſi-tôt que l'aſtre eſt en *Y* ſur le cercle horaire de ſix heures, parce que c'eſt en cet endroit où ſe coupent les deux differentes ſituations *KQ* & *kq* du parallele à l'équateur. Il eſt donc certain que deux choſes contribuënt à nous devoir faire préférer, pour l'obſervation de la variation de la Bouſſole, les aſtres qui ſont ſur le cercle horaire de ſix heures. Si l'on n'obſerve pas leur hauteur dans la derniere éxactitude, l'erreur qu'on commettra, influëra toujours moins dans le calcul de l'azimuth, que ſi on employoit les aſtres qui ſont dans tous les autres points du même

almicantarath; & si on se trompe outre cela dans la hauteur polaire, on n'aura du tout rien à craindre de cette derniere erreur. C'est ce double avantage qui nous a engagé à construire la Table qu'on a vû dans la seconde partie.

VII.

Que de tous les astres qui sont sur le cercle horaire de six heures, ce sont les plus proches du pole lorsqu'on est à terre, qui sont les plus propres pour la détermination de la variation.

SÇachant de cette sorte que ce sont les points Z, Y, X, &c. (fig. 9. & 10.) du cercle horaire de six heures qui sont les plus propres pour les observations de la variation, il faut que nous choisissions maintenant entre ces points, & que nous déterminions celui où l'erreur qu'on est sujet à commettre, influë encore le moins; celui où le *moment* de l'erreur, si on peut parler de la sorte, est un *minimum minimorum*. Or il est facile de remarquer que pourvû que la quantité e dont on est sujet à se tromper, soit constante, l'erreur $\frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ qu'on commettra * dans la situation de l'azimuth diminuera toujours, à mesure que l'astre sera plus élevé, ou plus avancé vers le pole. Car plus le sinus h de la hauteur est grand, plus la quantité fractionaire $\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ est petite; parce que le numérateur b^2-h^2 reçoit à proportion une plus grande diminution que le dénominateur a^2-h^2. Ainsi on voit

* Voyez l'article V.

qu'entre tous les astres Ξ, Υ, X, &c. qui sont sur le cercle horaire de six heures, on doit préférer pour la détermination de la ligne méridienne, ou pour l'observation de la variation, ceux comme ξ qui ont le plus de déclinaison, & que c'est au pole où l'erreur qui est déja plus petite que dans tous les autres points également élevés au-dessus de l'horison, se trouve encore moindre, & se réduit même à rien. Il faut cependant remarquer qu'on ne doit préférer ainsi les astres qui sont proche du pole, de même que ceux qui sont dans leur digression en O, que lorsqu'on est à Terre, & qu'on a la commodité d'avoir des fils à plomb aussi longs qu'on le veut, dont on peut se servir pour observer avec la même éxactitude l'azimuth des astres qui ont une grande hauteur, que l'azimuth de ceux qui sont moins élevés. En Mer on n'a pas le même avantage; & ce n'est qu'après un mûr éxamen, que nous pouvons sçavoir en quel point du cercle horaire de six heures, il est alors plus à propos d'observer les astres. Il n'importe en effet qu'on calcule plus éxactement leur vrai azimuth ou leur distance horisontale au vrai Est ou au vrai Oüest, si on trouve en même temps avec beaucoup moins de précision leur azimuth magnétique, ou leur distance à l'Est ou à l'Oüest de la Boussole.

VIII.

Examen de l'erreur qu'on peut commettre, en observant en Mer sur la Boussole, l'azimuth des astres qui sont élevés.

NOus ne pouvons décider cette question qu'en éxaminant à part les erreurs ausquelles on est ex-

posé dans l'observation de ce dernier azimuth, lorsque les astres sont plus ou moins élevés. L'erreur vient principalement de la grande difficulté qu'il y a en Mer de mettre un instrument, le quart de cercle, par éxemple, de la figure 7. dans une situation éxactement verticale. On ne s'assure qu'on lui donne cette situation, qu'en regardant l'horison sensible par la fente de la pinnule *F*; mais comme la partie de l'horison qu'on découvre ne peut jamais être fort grande, il est très-facile de se tromper de 25. ou 30. minutes, & même de 40. ou 50. sans qu'on s'en apperçoive. Si on donne en effet à la fente de la pinnule *F*, 3. pouces de longueur, au lieu de 15. ou 16. lignes qu'on se contente de lui donner dans les quartiers Anglois, & suposé que l'instrument soit incliné d'un demi degré, il ne s'en manquera pas un tiers de ligne que le bord de la fente ne paroisse toucher encore par tout l'horison visuel, & on doit convenir que cette quantité n'est pas sensible, lorsqu'on la regarde du point *G*, & qu'on reçoit outre cela toujours quelque mouvement de l'agitation du Vaisseau. Quoiqu'il en soit, si le quart de cercle *A B C* (fig. 13.) au lieu d'être mis dans une situation éxactement verticale, & d'être bien dirigé vers le Soleil *S*, est incliné comme a *C B* d'un certain nombre de minutes, le point *E* dont l'ombre doit tomber sur le centre *C*, se trouvera en *e*, & son ombre ne tombera plus ensuite sur le centre, mais en *c* à la distance *C c* qui sera égale à *E e*, puisque le grand éloignement de l'astre est cause que tous ses rayons sont ici paralleles. Ainsi l'Observateur dont la principale attention est de faire en sorte que le centre reçoive l'ombre du point *e*, sera obligé de transporter ce centre de *C* en *c*, & de donner à son instrument la situation *a c b*, en faisant passer le côté a *C* en *a c* qui lui est parallele, & en mettant *C B* en *c b*. Après cela il croira son instrument bien disposé; & prenant *c b* pour le rumbs auquel répond l'astre, il

se trompera néanmoins de l'angle *C P c* dans la situation de l'azimuth ; & c'est donc cet angle qu'il reste à découvrir. Mais *E e* étant égal à *C c*, l'angle *E P e* qui represente l'inclinaison de l'instrument, de même que l'angle *A C* a auquel il est égal, doit être à l'angle *C P c*, dont nous avons interêt de trouver la quantité, en raison inverse de *P E* à *P C*, puisqu'on peut considerer ces deux angles comme infiniment petits ; & qu'ayant des bases égales, ils doivent être en raison reciproque de leurs côtés ; c'est-à-dire, que si *C P* est la moitié ou le tiers de *P E*, l'angle *C P c* sera double ou triple de *E P e*. Si on prend par consequent *i* pour désigner le nombre de minutes de l'angle *A C* a, ou de l'angle *E P e*, nous aurons cette proportion ; *C P* est à *P E* comme *i* est à la valeur $i \times \frac{PE}{CP}$ de l'angle *C P c*. Mais *E P* étant le sinus de la hauteur de l'astre, sinus que nous avons deja marqué par *h*, & *C P* étant le sinus de complement $= \sqrt{a^2 - b^2}$, Nous changerons $i \times \frac{PE}{CP}$ en $\frac{ih}{\sqrt{a^2 - b^2}}$ qui exprime donc toujours le même angle *C P c*, ou l'erreur que commet le Pilote, en observant sur la Boussole l'azimuth magnétique, avec un quart de cercle *a c b*, incliné d'un nombre de minutes désigné par *i*.

IX.

Que ce n'eſt pas ſur les Vaiſſeaux comme à Terre, & que de tous les aſtres qui ſont ſur le cercle horaire de ſix heures, ce ſont les plus proches de l'équateur, qui ſont les plus propres, lorſqu'on eſt en Mer, pour la détermination de la variation.

IL eſt très-poſſible que le Pilote commette encore quelques autres erreurs : mais nous pouvons les négliger; non pas parce qu'elles ſont peu conſiderables, mais parce qu'il n'eſt pas néceſſaire d'y faire attention, auſſi-tôt que les differentes circonſtances de l'obſervation ne les font ni augmenter ni diminuer. C'eſt pourquoi nous nous contentons d'ajoûter $\frac{ih}{\sqrt{a^2-h^2}}$ à la quantité $\frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ dont nous avons vû ci-devant * qu'on peut ſe tromper dans le calcul du vrai azimuth, lorſque l'aſtre eſt dans le cercle horaire de ſix heures; & j'ai $\frac{ih}{\sqrt{a^2-h^2}} + \frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ pour l'erreur totale qu'on peut commettre dans la détermination de la déclinaiſon de la Bouſſole. On nous objectera, peut-être, que les deux erreurs particulietes $\frac{ih}{\sqrt{a^2-h^2}}$ & $\frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ ne ſe joignent pas toujours enſemble, & qu'au contraire elles ſe corrigent quelquefois l'une & l'autre : ſi au lieu de trouver, par éxemple, 40. degrez pour la diſtance de l'aſtre à l'Oüeſt de la Bouſſole, on trouve 40. de-

* Art. V.

grez 10. minutes, & qu'on se trompe aussi de 10. minutes de trop sur la distance de 60. degrez de l'astre au vrai Oüest, on aura 20. degrez pour la variation de la Boussole, tout comme si on ne s'étoit pas trompé des deux quantités $\frac{ih}{\sqrt{a^2-h^2}}$ & $\frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$, chacune de 10. minutes. Cependant nous les ajoûtons, parce que nous trouvons toujours de cette sorte la plus grande erreur à laquelle on est exposé, & qu'aussi nous pouvons nous dispenser d'éxaminer ici les differentes manieres dont les erreurs particulieres peuvent se combiner; ce qui nous engageroit à calculer les divers degrez de probabilité de chaque combinaison. Enfin puisque $\frac{ih}{\sqrt{a^2-h^2}} + \frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ represente toute l'erreur qu'on a à craindre dans l'observation de la déclinaison de l'aiguille, lorsqu'on se sert pour cela des astres les plus convenables, c'est-à-dire, de ceux qui sont situés sur le cercle horaire de six heures; nous n'avons plus qu'à voir si cette quantité a un *minimum*. Or prenant sa differentielle $\frac{a^2 idh\sqrt{b^2-h^2} - acehdh}{\sqrt{b^2-h^2} \times \overline{a^2-h^2}^{\frac{3}{2}}}$ & l'égalant à zéro, on en déduit $h = \frac{abi}{\sqrt{a^2i^2+c^2e^2}}$: mais attribuant ensuite cette valeur à h, on trouve que l'erreur $\frac{ih}{\sqrt{a^2-h^2}} + \frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ ne se réduit qu'à $\frac{b}{c}\sqrt{i^2+e^2}$; au lieu que lorsqu'on fait $h = 0$, ou qu'on suppose que l'astre est en C dans l'horison, la même erreur se réduit à $\frac{be}{c}$, qui est beaucoup plus petite.

Ainsi au lieu ne trouver un *minimum*, on trouve un *maximum*, & il faut par consequent que l'erreur

totale $\frac{ib}{\sqrt{a^2-h^2}} + \frac{ae}{c} \sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ ſe trouve proche de l'horiſon, de plus grande en plus grande, à meſure qu'on prend des points plus élevés dans le cercle horaire de ſix heures. C'eſt ce qui paroît auſſi lorſqu'on examine la differentielle $\frac{a^2 idh \sqrt{b^2-h^2} - acehdh}{\sqrt{b^2-h^2} \times \overline{a^2-h^2}^{\frac{3}{2}}}$: Car lorſque l'aſtre eſt en *C* dans l'horiſon, le ſinus *h* devient nul, & le ſecond terme de la differentielle qui eſt affecté du ſigne moins, le devient auſſi ; de ſorte qu'il ne reſte que le premier terme qui eſt poſitif, & qui fait augmenter l'erreur, auſſi-tôt qu'elle reçoit quelque changement. L'erreur continuë à augmenter juſqu'à ce qu'elle ſoit parvenuë au *maximum*, qui eſt ſon terme de grandeur, ou tant que le premier terme de la différentielle ſurpaſſe le ſecond, & il eſt ſenſible qu'elle doit aller enſuite en diminuant. Mais au Pole elle ne l'a point encore aſſez fait, pour être auſſi petite qu'elle l'étoit d'abord : Car ſupoſant le ſinus *h* de la hauteur de l'aſtre égal au ſinus *b* de la hauteur du Pole, on trouve que l'erreur $\frac{ib}{\sqrt{a^2-h^2}} + \frac{ae}{c} \sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-h^2}}$ ne ſe réduit encore qu'à $\frac{ib}{\sqrt{a^2-h^2}}$ ou à $\frac{bi}{c}$ qui eſt certainement plus grande que $\frac{be}{c}$; puiſque la quantité *i* dont on peut ſe tromper dans la ſituation verticale de l'inſtrument eſt toujours beaucoup plus grande que la quantité *e*, dont on peut ſe tromper dans la hauteur même de l'aſtre. Tout cela montre que ce n'eſt pas dans les Vaiſſeaux comme à Terre, & que la difficulté qu'il y a en Mer à obſerver ſur la Bouſſole l'azimuth des aſtres qui ſont à quelque hauteur, fait qu'on ne doit pas préférer ceux qui ſont en ξ vers le Pole ; mais ceux qui ſont proche du vrai Eſt ou du

vrai

vrai Oüest, & qu'il n'est aucun endroit dans tout le Ciel plus propre que ces deux points, pour les observations dont il s'agit. C'est ce qui ne peut arriver que parce que l'erreur $\frac{ae}{c}\sqrt{\frac{b^2-h^2}{a^2-b^2}}$ à laquelle on est exposé dans le calcul du vrai azimuth, ne souffre pas encore une assez grande diminution de *C* en *Y*, pour détruire l'augmentation que reçoit l'autre erreur $\frac{ih}{\sqrt{a^2-b^2}}$ qu'on peut commettre en observant sur la Boussole l'azimuth magnétique : de sorte que l'erreur totale qu'on a à craindre dans la détermination de la variation augmente plus par ce dernier côté, qu'elle ne diminuë par l'autre.

X.

Qu'il nous reste à éxaminer en quel endroit de son parallele il est plus à propos d'observer chaque astre particulier.

IL nous reste maintenant à éxaminer en quel endroit de son parallele il est plus avantageux d'observer chaque astre : Car comme il n'a été question jusques ici que de choisir entre plusieurs astres, lorsqu'ils paroissent en même temps, ou de marquer d'une maniere absoluë les points du Ciel les plus avantageux, tout ce que nous avons dit n'est point aplicable aux divers points du même parallele, qui sont tous dans différens almicantaraths, & qui ne répondent point au cercle horaire de six heures. Ainsi quoique nous venions de voir qu'il vaut mieux se servir d'un astre qui est en *C* (fig. 9.) au point du vrai Est ou du vrai Oüest, que

d'un autre qui seroit situé en Υ, cela n'empêche pas qu'il ne soit, peut-être, plus avantageux d'observer ce dernier astre en Υ, qu'à son lever ou à son coucher en Σ; parce que l'erreur est beaucoup plus grande dans le calcul de l'azimuth, lorsque l'astre est en Σ que s'il étoit en C. Voilà donc un nouveau problême qui est important, & que nous n'avons point encore pensé à résoudre. Il faut que nous nous servions maintenant de la formule $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} \pm \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ que nous avons trouvée d'abord (vers la fin de l'art. 11.) pour l'expression générale de l'erreur qu'on commet dans le calcul du vrai azimuth, lorsqu'on se trompe de la quantité e sur la hauteur de l'astre. Il faut que nous nous servions de cette formule générale; puisqu'il ne s'agit plus de comparer simplement les differens points du cercle horaire de six heures, les uns avec les autres. Nous devons avoir aussi égard à l'erreur $\frac{bpz}{c\sqrt{a^2-z^2}} \pm \frac{achp}{c\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ dont nous avons fait mention cy-devant (art. 6.) que produit la quantité p, dont on est sujet à se tromper dans la hauteur du Pole. Et enfin il faut encore joindre à ces deux premieres erreurs qui se trouvent dans le vrai azimuth, celle $\frac{ih}{\sqrt{a^2-h^2}}$ qui se trouve dans l'azimuth magnétique, & qu'on commet à part en observant un astre à diverses hauteurs au-dessus de l'horison, avec un instrument qui est toujours incliné de quelque quantité i.

XI.

Moyens de trouver les erreurs ausquelles on est exposé en observant le même astre en differens points de son parallele.

IL est clair que voulant comparer entre eux les divers points du même parallele *KQ*, nous devons introduire la déclinaison de l'astre dans l'expression des deux premieres erreurs; afin que regardant comme constante la déclinaison, nous n'ayons qu'à rendre variable ou la hauteur ou l'azimuth, pour faire convenir ces deux expressions à tous les points du parallele. Si nous nommons f le sinus CY (fig. 9. & 10.) de la distance FK, ou GQ de l'équateur au parallele, nous trouverons dans le Triangle rectangle $CY\Theta$, le côté $C\Theta$ pour cette analogie, le sinus b de l'angle Θ, qui est égal à celui ACE de la hauteur du Pole, est à $CY(f)$, comme le sinus a de l'angle Y, le sinus total, est à $C\Theta = \frac{af}{b}$. Otant ensuite $C\Theta$ de $CV(h)$, ou CV de $C\Theta$, selon que l'astre est du côté du Sud, ou du côté du Nord par raport au premier vertical, on aura $\pm h \mp \frac{af}{b}$ pour l'expression générale de ΘV, & dans le triangle rectangle ΘVS, on trouvera VS par cette analogie; le sinus c de l'angle S qui est égal au complement de la hauteur polaire, est à $\Theta V = \pm h \mp \frac{af}{b}$, comme le sinus b de l'angle Θ est à $VS = \pm \frac{bh}{c} \mp \frac{af}{c}$. Enfin VM ou $VN = \sqrt{a^2-h^2}$ étant par la nature de l'ellipse, à CD, ou à CE (a) comme VS est à CL, on aura $\pm \frac{abh}{c\sqrt{a^2-h^2}} \mp \frac{a^2f}{c\sqrt{a^2-h^2}}$ pour la valeur de CL

qui eſt, comme on le ſçait, le ſinus de l'angle que fait l'azimuth avec le premier vertical, ou le ſinus de la diſtance horiſontale de l'aſtre au vrai Eſt ou au vrai Oüeſt.

Ainſi nous n'avons qu'à introduire cette valeur à la place de z dans les deux formules $\frac{abe}{c\sqrt{a^2-z^2}} \pm \frac{ehz}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ & $\frac{bpz}{c\sqrt{a^2-z^2}} \pm \frac{abhp}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2-z^2}}$ & nous les transformerons en d'autres qui ne contiendront plus z, mais qui contiendront f. Il vient après quelques legeres réductions $\frac{a^2be - afhe}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2c^2-a^2f^2+2abfh-a^2h^2}}$ pour la premiere, c'eſt-à-dire pour l'erreur que cauſe dans la ſituation du vrai azimuth, l'erreur e commiſe dans la hauteur de l'aſtre; & $\frac{\pm a^2hp \mp abfp}{c\sqrt{a^2c^2-a^2f^2+2abfh-a^2h^2}}$ pour celle que produit auſſi de ſon côté, la quantité p dont on ſe trompe dans la hauteur polaire.

XII.

Que c'eſt à leur lever ou à leur coucher qu'il vaut mieux dans ces païs-cy obſerver les aſtres, dont la déclinaiſon eſt méridionale.

CEla ſupoſé, nous reconnoiſſons fort aiſément que lorſqu'un aſtre eſt ſur un parallele kq qui eſt du côté du Pole abaiſſé, que lorſque le Soleil eſt, par exemple, dans la partie d'Hyver, on doit beaucoup plutôt l'obſerver à ſon lever ou à ſon coucher en Π, que lorſqu'il eſt en Δ à une hauteur conſidérable. Car

le Soleil étant du côté du Sud, le ſinus f de ſa déclinaiſon eſt négatif, & l'erreur $\frac{a^2be-afhe}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2c^2-a^2f^2+2abfh-a^2h^2}}$ dans laquelle f eſt ſupoſé poſitif, ſe change alors en $\frac{a^2be+afhe}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2c^2-a^2f^2-2abfh-a^2h^2}}$ qui doit être d'autant plus grande, que h eſt plus grand; puiſque l'augmentation de h cauſe en même temps celle du numérateur $a^2be+afe$, & la diminution du dénominateur $\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2c^2-a^2f^2-2abfh-a^2h^2}$. Plus le ſinus h eſt donc grand, ou plus l'aſtre eſt élevé, plus l'erreur à laquelle on eſt expoſé dans le calcul de l'azimuth eſt grande; & comme l'erreur qu'on commet dans l'azimuth magnétique en l'obſervant ſur le compas, eſt auſſi plus conſidérable, il eſt évident de toutes les manieres, que la circonſtance la plus convenable pour trouver la variation de la Bouſſole, eſt le lever ou le coucher de l'aſtre; d'autant plus que c'eſt auſſi alors que l'erreur qui vient de la hauteur polaire eſt la moindre. Il eſt vrai que ſi la Sphere eſt fort oblique, & que ſi le parallele kq du Soleil eſt outre cela fort éloigné de l'équateur, il vaudroit beaucoup mieux chercher la variation, par le moyen de quelques étoiles qui euſſent peu de déclinaiſon ſeptentrionale; & ſupoſé qu'on ne pût pas les voir dans l'horiſon, il n'y auroit qu'à les prendre à leur paſſage par le cercle horaire de ſix heures. Mais il n'eſt pas moins certain que ſi l'on veut abſolument ſe ſervir du Soleil dans le cas dont il s'agit, il ne ſoit toujours beaucoup plus avantageux d'obſerver alors cet aſtre à ſon lever ou à ſon coucher, que d'attendre qu'il ait quelque hauteur.

C'eſt ce que j'ai voulu examiner d'une maniere particuliere, en ſupputant toute l'erreur qu'on a à craindre par la latitude d'Uranibourg, par 55. degr. 34. min.

de latitude septentrionale, lorsqu'au solstice d'hiver le Soleil est dans l'horison, & qu'ensuite il monte à 5. & à 10. degrez. Nous supposerons pour cela que l'erreur *p* qu'on peut commettre dans la hauteur polaire est de 10 minutes, parce que c'est ordinairement la plus grande quantité dont les Marins habiles se trompent, dans la hauteur des astres qui passent par le méridien à quelque distance du zénith. Comme les astres sont alors quelque temps sans changer sensiblement de hauteur, le Pilote peut faire son observation avec plus d'éxactitude : Mais comme le changement de la hauteur est beaucoup plus subit vers l'Orient ou vers l'Occident, & qu'on n'a pas le moindre temps pour la vérifier, j'ai supposé de 15. minutes l'erreur *e*, qu'on peut commettre dans les hauteurs observées dans ces dernieres circonstances ; & je la supose toujours constante, parce que s'il est un peu plus difficile d'observer les grandes hauteurs que les petites, on a aussi d'un autre côté moins à craindre des irregularitez de la réfraction. Or on trouve que les 15. minutes dans la hauteur de l'astre produisent à l'horison environ 31. min. d'erreur dans le calcul de l'azimuth ou de l'amplitude, & que les 10. min. d'incertitude dans la hauteur polaire produisent $14\frac{1}{2}$ minutes ; d'où il suit qu'on est exposé à commettre une erreur totale de 44. ou 45. minutes. Mais si l'astre est élevé de 5. degrez, on peut se tromper d'environ 42. minutes d'une part, & d'environ 24. de l'autre, ce qui fait un degré 6. minutes, & l'erreur monte à 2. degrez 17. minutes, lorsque l'astre est à 10. degrez de hauteur. Ainsi quoique nous ne fassions point encore ici attention à l'inclinaison de 30. minutes qu'on pourroit donner, sans qu'on s'en apperçût, au quart de cercle de la fig. 7. ou aux autres instrumens dont on se serviroit pour observer l'azimuth magnétique, nous voyons que l'erreur dans laquelle on peut tomber en déterminant la variation, augmente consi-

dérablement, à meſure que le Soleil s'éleve. Il eſt certain d'ailleurs que ſi les ſupoſitions que nous avons faites, ne ſont pas abſolument conformes à la vérité, elles ne doivent pas s'en éloigner ſenſiblement.

XIII.

Que lorſque la déclinaiſon d'un aſtre eſt ſeptentrionale, il vaut mieux dans ces païs-cy obſerver cet aſtre dans le cercle horaire de ſix heures, que dans l'horiſon; ſurtout lorſque la hauteur polaire eſt fort grande.

ENfin ſi l'aſtre eſt par raport à l'équateur du côté du Pole élevé, il ſera beaucoup plus difficile de déterminer le point précis, où il ſera à propos de l'obſerver; & cela parce que les differentes erreurs qu'on a à craindre, n'augmentent plus toutes en même temps, comme elles le faiſoient, à meſure que l'aſtre s'éleve. Les deux erreurs auſquelles on eſt expoſé dans le calcul du vrai azimuth, ſont alors

$$\frac{a^2be - afhe}{\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2c^2-a^2f^2+2abfh-a^2h^2}} \ \& \ \frac{-a^2hp + abfp}{c\sqrt{a^2c^2-a^2f^2+2abfh-a^2h^2}}$$

comme nous les avons trouvées dans l'article XI. Et ſi on les ajoûte enſemble avec la quantité $\frac{ih}{\sqrt{a^2-h^2}}$ dont on peut ſe tromper d'un autre côté, en obſervant ſur la Bouſſole l'azimuth magnétique, il viendra

$$\frac{a^2bce - acfhe - a^2hp + abfp\sqrt{a^2-h^2} + cih\sqrt{a^2c^2-a^2f^2+2abfh-a^2h^2}}{c\sqrt{a^2-h^2}\sqrt{a^2c^2-a^2f^2+2abfh-a^2h^2}}$$

pour toute l'erreur qu'on peut commettre dans la détermination de la variation. C'eſt cette quantité qu'il

s'agiroit de rendre la moindre qu'il est possible. Mais comme elle est formée de trois quantitez particulieres, dont les progrez sont differens; que la derniere augmente à mesure que les astres s'élevent au-dessus de l'horison; que la seconde diminuë en même temps, jusqu'à ce que les astres soient parvenus au cercle horaire de six heures, & que la premiere diminuë encore un peu au delà, comme on peut le reconnoître sans beaucoup de peine; il arrive que cette complication des trois erreurs qui contribuë à rendre le probléme d'un degré plus élevé, fait en même temps que nous pouvons nous dispenser de le résoudre. L'une de ces erreurs augmentant lorsque l'autre diminuë, cela est cause que l'erreur totale n'est jamais si grande, & qu'on n'est pas si fort interessé à déterminer l'endroit précis de son *minimum.* C'est pourquoi nous pouvons nous contenter d'examiner simplement, s'il est plus avantageux d'observer l'astre dans l'horison ou dans le cercle horaire de six heures; d'autant plus qu'à l'aide de la Table des amplitudes, & de celle que nous avons donnée dans la partie précédente, nous avons une plus grande facilité d'observer la variation dans ces deux cas. Pour avoir l'erreur qu'on peut commettre, lorsque l'astre est dans l'horison, on n'a qu'à effacer tous les termes où se trouve le sinus h, devenu nul, on trouvera $\frac{bce + bfp}{c\sqrt{c^2 - f^2}}$: & si au lieu de supposer $h = o$, on le supose $= \frac{bf}{a}$, valeur qu'il a dans le cercle horaire de six heures, (comme on le sçait par cette analogie; le sinus total a est au sinus $C\Upsilon = f$ de la déclinaison de l'astre Υ, comme le sinus b de l'angle $C\Upsilon\Psi$ égal à celui de la hauteur du Pole, est au sinus $C\Psi$ (h) ($= \frac{bf}{a}$) de la hauteur de l'astre); si on

supose

ſupoſe, dis-je, $h = \frac{bf}{a}$, ou que l'aſtre eſt dans le cercle horaire de ſix heures, l'erreur totale ſe trouvera alors exprimée par $\frac{abe\sqrt{a^2 \; f^2} + bcfi}{\sqrt{a^4 - b f^2}}$. Ainſi il ne s'agit que de comparer $\frac{bce + bfp}{c\sqrt{c^2 - f^2}}$ & $\frac{abe\sqrt{a^2 - f^2} + bcfi}{c\sqrt{a^4 - b^2f^2}}$.

On pourroit déterminer dans quelles rencontres ces quantités ſont égales, en cherchant la déclinaiſon que doit avoir l'aſtre, lorſque la hauteur polaire eſt donnée; ou en cherchant la hauteur polaire, lorſqu'on connoît la déclinaiſon. Sans ſe donner cette peine, on peut prendre pour régle, qu'il vaut toujours mieux obſerver l'aſtre lorſqu'il eſt dans le cercle horaire de ſix heures, que lorſqu'il eſt dans l'horiſon; remarquant néanmoins que l'avantage eſt ſi peu conſidérable, qu'il n'importe preſque point de ſe ſervir plutôt de l'une de ces circonſtances que de l'autre, dans tous les lieux qui ne ſont éloignés de l'équateur que de 45. ou 50. degrez. Dans les endroits qui ſont au-delà, l'obliquité de la Sphere (ſurtout ſi l'aſtre a une grande déclinaiſon) rend la difference plus ſenſible, en faiſant augmenter beaucoup dans l'horiſon, & l'erreur qui vient de la quantité dont on ſe trompe toujours dans la hauteur polaire, & celle qui eſt produite par la quantité dont on ſe trompe dans la hauteur même de l'aſtre; & alors la préférence eſt beaucoup plus décidée, pour le cas où l'aſtre ſe trouve dans le cercle horaire de ſix heures. Si l'on eſt, par éxemple, vers le ſolſtice d'Eté par 55. degrez 34. minutes de latitude ſeptentrionale, l'erreur totale qu'on aura à craindre, lorſqu'on obſervera la variation par le lever ou le coucher du Soleil, ſera de 45. minutes. Mais l'erreur diminuëra à meſure que l'aſtre s'élevera: car à 5. degrez de hauteur, l'erreur ne ſera que de 39. minutes: à dix degrez de hauteur, elle ne ſera que

d'environ 34 ½ minutes : à 15. degrez de 32′. 16″ ; & enfin à 19. degrez 11. minutes, lorſque le Soleil ſera parvenu au cercle horaire de ſix heures, elle ſera encore un peu plus petite, elle ſera de 31′. 55″. Or pour peu qu'on ſoit par une latitude plus grande, la diminution ſe fera encore d'une maniere plus ſubite : Car l'erreur $\frac{bce + bfp}{c\sqrt{c^2 - f^2}}$ feroit, par éxemple, d'environ un degr. 6. min. par 60. degr. de latitude, le Soleil étant dans l'horiſon ; au lieu que cet aſtre étant dans le cercle horaire de ſix heures, à 20. degr. 11. min. de hauteur, l'erreur ne feroit plus que d'environ 36. minutes, comme on le trouve par la formule $\frac{abe\sqrt{a^2 - f^2} + bcfi}{c\sqrt{a^4 - b^2f^2}}$. Il y a lieu de croire outre cela que dans ces païs fort avancés vers le Pole, les réfractions horiſontales ſont beaucoup plus irregulieres qu'elles ne le ſont ici ; & c'eſt une nouvelle raiſon qui doit déterminer encore à n'obſerver les aſtres, que lorſqu'ils ſont un peu élevés.

XIV.

Que les réfléxions précédentes peuvent ſervir auſſi lorſqu'on obſerve la variation par deux hauteurs correſpondantes.

AU ſurplus, en déterminant, comme nous venons de le faire, les endroits du Ciel, où doivent être les aſtres, lorſqu'on veut découvrir en Mer la variation de l'aiguille par une ſeule obſervation, nous marquons auſſi aſſez les endroits qu'il faut préferer, lorſqu'on en employe pluſieurs. On en multi-

plie quelquefois mal-à-propos le nombre, ſans penſer que c'eſt preſque toujours multiplier les occaſions de ſe tromper. Ce n'eſt pas la même choſe lorſqu'on obſerve l'aſtre dans deux hauteurs correſpondantes; il faut ſeulement qu'il y ait un temps conſidérable entre les deux obſervations, puiſqu'elles doivent être faites de part & d'autre, ou dans l'horiſon, ou dans le cercle horaire de ſix heures, afin que les petites quantitez dont on eſt toujours ſujet à ſe tromper, ſoient d'un moindre *moment*, ou tirent moins à conſéquence. Mais dans un intervale de 10. ou 12. heures, il peut arriver ſouvent que la hauteur polaire & la déclinaiſon de l'aſtre changent d'une quantité ſenſible, & même auſſi quelquefois la variation; & alors cette méthode qui paroît très-ſimple, parce qu'elle ne ſupoſe la connoiſſance d'aucun principe, ceſſe d'être immédiate, & devient très-compliquée, par l'attention expreſſe qu'on eſt obligé de faire aux changemens ſurvenus entre les deux obſervations. Enfin comme tous les moyens d'obſerver la variation de la Bouſſole, engagent dans les mêmes opérations, il eſt conſtant que les remarques que nous venons de faire, ſont non-ſeulement propres à nous apprendre ce que nous en devons penſer, mais à nous faire connoître auſſi dans quelles occaſions on peut principalement les employer. Cet uſage de nos réfléxions ſera toujours facile, & comme elles ſont d'ailleurs aſſez étenduës, il eſt temps de les terminer. Nous les ſoumettons avec d'autant plus de plaiſir au jugement de l'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES, que nous ſçavons que cette célébre Compagnie ne ſe fait pas moins admirer par la ſageſſe de ſes déciſions ſur tout ce qu'on lui préſente, que par l'extrême beauté des differentes découvertes qu'elle produit elle-même tous les jours, & dont elle enrichit continuellement le Public.

FIN.

REMARQUES
SUR
LE MEMOIRE
DE M[R] MEYNIER.

Touchant la meilleure Méthode d'observer sur mer la déclinaison de l'aiguille aimantée.

MR Meynier souhaite qu'on compare le Mémoire qu'il vient de publier sur la méthode d'observer en mer la déclinaison de la Boussole, avec la piece sur le même sujet, qui a remporté le dernier prix donné par l'Academie Royale des Sciences. Quoique cette comparaison soit très-facile à faire, j'ai cru que je devois la rendre encore plus aisée, en me chargeant de l'emploi de faire quelques remarques sur le Mémoire de M. Meynier. Je le considére comme divisé en deux parties : dans l'une il s'agit d'observer sur la Boussole dans quel azimuth ou à quel rumbs de vent paroît un Astre ; dans l'autre il s'agit de voir par le calcul si l'Astre est effectivement dans cet azimuth.

REMARQUES.

Sur l'instrument dont se sert M. Meynier pour observer l'azimuth d'un Astre qui est élevé.

I.

Il est très facile d'observer à quel rumbs de vent paroît une Astre qui est dans l'Horison : mais ce n'est pas la même chose aussi-tôt que l'Astre a

quelque hauteur. La difficulté a même paru si grande, & les observations se sont toujours trouvées si défectueuses, que les Marins après avoir tenté inutilement un très grand nombre de differens moyens, ne se servent plus maintenant que de l'amplitude des Astres, pour découvrir la déclinaison de l'aiguille aimantée. Ce qui rend l'observation défectueuse, lorsque l'Astre a une hauteur considerable; c'est principalement la grande difficulté qu'il y a en mer, d'avoir une ligne exactement verticale. Les Anglois ont voulu se servir pour cela d'un stile élevé sur le bord de la Boussole, comme on le peut voir dans le Traité *Pratical Navigation* de M. Seller; Stevin après Regnier Pieterszoon a voulu mettre un quart de cercle à la place du stile, afin de pouvoir observer tout-à-la fois l'azimuth de l'Astre & sa hauteur, M. Meynier propose à present de mettre un cercle presque entier. Mais pour peu que l'instrument se trouve incliné d'un côté ou d'autre, on doit toujours se tromper considérablement dans l'observation; & l'erreur sera d'autant plus grande, que l'Astre sera plus élevé.

Il est démontré dans la piéce qui a remporté le prix (arti. VIII. de la premiere Partie) que l'erreur est sensiblement en raison composée des raisons directes de l'inclinaison de l'instrument & du Sinus de la hauteur de l'Astre, & de la raison inverse du Sinus complement de cette hauteur: C'est-à-dire qu'elle est égale au produit de l'inclinaison & de la tangente de la hauteur de l'Astre divisé par le Sinus total. On voit aisement que cette expression revient à l'autre, & je démontrerai, s'il est besoin, qu'elle est generale & qu'elle convient à tous les instrumens possibles. Ici je me contente d'ajouter que si l'instrument est seulement incliné de quatre dégrés & que l'Astre soit élevé de soixante; on se trompera de près de sept dégrés, en examinant sur la Boussole à quel rumbs de vent l'Astre paroît: l'erreur sera de 6°. 55.

Ainsi on voit de quelle consequence il est en mer, lorsqu'on veut découvrir la déclinaison de l'aiguille aimantée par les Astres qui ont une grande hauteur, de procurer une situation exactement horisontale à la Boussole. On voit que cette condition est si essentielle qu'il n'est jamais permis de la perdre de vuë, & qu'on est même toujours interressé à sçavoir si on réüssit à la remplir avec assez d'exactitude. Cependant M. Meynier se sert d'une suspension qui est non seulement très-défectueuse, mais qui ne permet point encore au Pilote de s'apercevoir des erreurs qu'il commet. Il suspend sa Boussole de deux manieres; ou bien il l'attache par le haut en forme de pendule dans un quadre verticale, qui est apliqué au haut d'une espece de Pieux; ou bien il la pose immediatement audessus de ce Pieux, en suprimant le quadre. Il n'est pas nécessaire d'expliquer cecy en détail: il suffit qu'on sçache que toute l'attention de notre Auteur se borne à recommander au Pilote de tenir le Pieux le plus verticalement qu'il est possible; comme si cela suffisoit pour empêcher la Boussole qui est suspendue par le haut de faire sans cesse des vibrations. On veut bien croire que le Pilote réussira à réparer dans la situation du Pieux presque tous les changemens que pourroit y apporter les diverses inclinaisons du vaisseau: mais la vitesse du sillage reçoit en même tems diverses alterations, elle est sans cesse ou retardée ou accelerée par le choc des

vagues, & le Navire se meut presque toujours par elans. Or il est clair que l'instrument ne pouvant pas suivre sur le champ tous les mouvemens du point de suspension, sera sujet à des balancemens continuels, & que ces balancemens qui ne peuvent pas manquer d'être fort irréguliers, causés qu'ils sont par l'agitation du vaisseau & par l'impulsion immediate du vent sur la Boussole, ils altereront la situation verticale dans divers sens & ne permettront point au Pilote d'appliquer l'œil à la fente par laquelle il doit viser à l'Astre.

Si d'un autre côté la Boussole est posée immediatement au haut du Pieux, l'observation deviendra plus facile, mais elle se trouvera en même tems plus défectueuse. Lorsqu'on est à terre, on peut en tenant le Pieux entre les mains, voir de quel côté il tend à tomber; on peut le redresser, & faire en sorte qu'il se tienne de bout presque tout seul, ce qui le rendra à peu près vertical. Je dis à peu près: car il est évident qu'on commettra toujours quelque erreur, peut-être d'un ou deux dégrés, & qu'on ne doit jamais employer à Terre un moyen si imparfait pour avoir une ligne verticale dans les observations astronomiques, ou dans les Opérations du nivellement. Mais suposons à present que le plancher qui nous soutient, soit agité; suposons que le sol soit exposé à des secousses en toutes sortes de sens, qui soient assez grandes, pour que le Pieux, quoique vertical, tende à nous échaper des mains: & dites-moi si vous croyez alors pouvoir réussir à le mettre verticalement à deux ou trois dégrés près; & si vous ne vous tromperez pas le plus souvent de 4. & de 5. dégrés; de 7. & de 8. & encore d'une plus grande quantité; suposé que vous usiez de la liberté que M. Meynier vous donne, de vous asseoir sur le tillac, afin de faire l'observation plus à votre aise. Il faut lorsqu'il a fait une semblable proposition qu'il ne sçut pas combien il est nécessaire que l'instrument soit exactement vertical. Sçavoit-il bien que lorsque l'Astre a 45. dégrez de hauteur, on commet autant d'erreur dans l'observation de l'azimuth, qu'on en commet dans la situation verticale du Pieux & que l'erreur est encore plus grande, lorsque l'Astre est plus élevé?

Il est vrai qu'entre les inclinaisons ce ne sont que celles qui se font vers la droite & vers la gauche de l'observateur, qui sont dangereuses; & qu'il pourra arriver quelquefois qu'on ne se trompera point: mais ce ne sera toujours que par hazard. Outre cela le Pilotte ne peut distinguer à aucune marque les observations exactes de celles qui ne le sont pas; & il arrivera, peut-être, encore que lorsqu'il répétera l'operation, il se trompera toujours dans le même sens, parce que quelques irréguliéres que soient les premieres causes de l'erreur, comme l'agitation de la mer & l'impulsion du vent; il se peut faire que toutes ces causes ayent pendant un certain temps quelque espece de régularité.

Mais on sentira encore mieux toute l'imperfection de l'instrument dont il s'agit, si on se donne la peine d'en comparer l'usage avec la méthode que j'ay proposée, * pour observer l'azimuth du Soleil lorsque cet Astre est élevé. Les compas de variations ordinaires ont deux pinnules à l'oposite l'une de l'autre: j'éleve un stile au-dessus d'une de ces pinnules; mais

* Voy. l'art. V. de la premiere Partie de la Piéce qui a remporté le prix.

pour ne me point tromper à mettre la Bouſſole de niveau pendant l'obſervation, j'aplique l'œil à la pinnule qui eſt au-deſſous du ſtile & viſant à l'extrêmité apparente de la mer, par le bord de la boëte le plus éloigné, en faiſant en ſorte que ce bord paroiſſe comme tangente à l'Horiſon ſenſible, je tourne le dos au ſoleil, juſqu'à ce que l'ombre du ſtile tombe ſur la pinnule opoſée; ce que je vois en même tems que je viſe à l'extrémité aparente de la mer. Il eſt évident que je dois réuſſir par cette attention à rendre la Bouſſole parfaitement horizontale, ou à faire au moins qu'elle ne panche ni vers la droite ni vers la gauche; & il eſt également clair que le ſtile & le fil qui eſt tendu d'une pinnule à l'autre, ſont alors exactement dans le vertical du Soleil. On peut donner une infinité de differentes formes à cette obſervation: on peut obſerver tout à la fois, ſi on le veut, l'azimuth & la hauteur de l'Aſtre, * comme je l'ai expliqué dans l'article ſuivant: mais il eſt clair que la condition eſſentielle eſt de ſe ſervir toujours de l'Horiſon ſenſible pour donner à l'inſtrument la ſituation qu'il doit avoir. Il faut remarquer après tout, que ceci n'occupe que peu de pages dans ma piéce, parce qu'il me ſuffiſoit de me faire entendre & que j'avois d'autres réflexions à faire. Je n'avois d'ailleurs nulle envie d'ériger en inventions des choſes auſſi ſimples; malgré toute l'utilité qu'elles pouvoient avoir, & quoique je ſçuſſe que perſonne n'y avoit encore penſé. Pour M. Meynier, il fait un ſi long détail de toutes les parties de ſon inſtrument, dont il pouvoit nous donner une notion diſtincte en peu de mots, qu'il en remplit les deux tiers de ſon Memoire. C'eſt ce qui lui a fait dire qu'il s'attachoit principalement à perfectionner la Pratique: mais bon Dieu! quelle eſt cette Pratique, qu'il eſt à ſouhaiter qu'on ne mette jamais en uſage, & qui expoſeroit preſque tous nos vaiſſeaux à perir?

* Voy. l'art. VI. de la Premiere Partie.

REMARQUES.

Sur la maniere dont M. Meynier calcule le vrai azimuth.

II.

Cependant, comme ſi ce n'étoit point aſſez de nous avoir donné un inſtrument dont on ne peut ſe ſervir qu'avec danger, puiſque l'uſage n'en eſt jamais bon que par hazard, M. Meynier ſe trompe encore dans le calcul qu'il indique pour trouver le vrai azimuth des Aſtres. Il s'agit ici d'une choſe traitée une infinité de fois, & ſçue de la plûpart de nos Pilotes. Notre Auteur ſe propoſe dans le Problême II. (pag 24.) de trouver les dègrés de la déclinaiſon horizontale d'une étoile; c'eſt-à dire de ſon azimuth, en connoiſſanr la latitude de l'endroit où l'on eſt, la diſtance de l'étoile au Pole, & l'angle horaire dont cette même étoile eſt éloignée du méridien. La queſtion ſe reduit à réſoudre un triangle ſphérique obliqu'angle dont un angle eſt au Zenith & c'eſt celui qu'on cherche, l'autre eſt au Pole, & le troiſiéme eſt à l'Aſtre M. Meynier partage comme à l'ordinaire ce triangle en deux autres, qui ſont rectangles. Je compte pour peu que dans un de ces triangles qui eſt marqué A I O (pag. 25.) il mette deux fois l'hypotheneuſe A O à la place du ſinus de cet Arc, quoiqu'il ne confonde pas de même les arcs I O & A I avec leurs ſinus qui ſont plus petits.

Mais dans ce même triangle, il cherche l'arc AI par cette analogie, le ſinus total eſt à l'arc AO, ainſi le ſinus de complement de l'angle horaire A eſt au ſinus de l'arc AI; comme ſi dans un triangle ſphérique qui a un angle droit, les deux autres angles étoient le complement l'un de l'autre. J'ai fait tout mon poſſible pour me perſuader qu'une faute de cette eſpece, ou plutôt qu'un ſi grand nombre de fautes devoient être attribuées à l'Imprimeur, mais il m'a fallu abandonner cette penſée, auſſi-tôt que j'ai vu que la même mépriſe étoit répétée à la page 31. où on en fait même un point de Theorie; & que j'ai remarqué que le feuillet des pages 25. & 26. qui contient les erreurs dont il s'agit, eſt un carton; c'eſt-à-dire un feuillet imprimé une ſeconde fois qu'on a ſubſtitué à un autre qui contenoit quelque faute * d'Impreſſion qu'on a voulu corriger. Pour le dire en un mot, ſi M. Meynier n'avoit pas eu pendant aſſez long-tems le Titre de Profeſſeur, nous croirions voir par tout ici un homme qui étant à peine initié dans la Trigonometrie ſpherique, ne veut emploier qu'un certain nombre de Théoremes qu'il ſçait ou qu'il croit ſçavoir, & qui ne prend un ſi grand détour que pour ſe tromper. Car il faut remarquer que le Probleme qu'il reſout ſi mal par le moyen de trois analogies, ſe pouvoit réſoudre avec deux, comme le ſçavent toutes les perſonnes qui ſont un peu verſées dans ces matieres.

Mais nous voulons bien regarder toutes ces mépriſes, comme de ſimples inadvertances; quoiqu'il s'agiſſe ici d'une matiere dans laquelle on n'excuſe pas les moindres fautes. Nous voulons bien croire que l'Auteur eſt en état, ſur ce que nous venons de dire, de rectifier ſon ſecond Probleme de même que le dernier dans lequel il calcule encore l'azimuth: nous ſoutenons que malgré toutes ces corrections, la methode ſera encore extremement dangereuſe dans la plûpart des rencontres; parce qu'on ne connoit point avec aſſez d'exactitude en mer la diſtance horaire des Aſtres au méridien, diſtance que M. Meynier prend cependant toujours pour un des élemens de ſon calcul. La connoiſſance de cette diſtance ſupoſe qu'on ſçache l'heure de l'obſervation; & l'Auteur n'explique point dans ſon Memoire à la trouver. Il eſt vrai qu'il y ſuplée dans l'addition qu'il a miſe après coup, mais il veut (pag. 62.) qu'on ſe ſerve pour cela d'un fil à plomb; ne ſe reſſouvenant pas d'en avoir rejetté l'uſage auparavant (pag. 8.) à cauſe de l'agitation continuelle du vaiſſeau. Or un moyen ſi imparfait de trouver l'heure, fera qu'on ſe trompera au moins de 15. ou 20. minutes de temps; ce qui produira enſuite des erreurs exceſſives dans l'azimuth. Si l'Auteur ne ſe ſervoit toujours que de l'étoile polaire pour découvrir la variation, il auroit raiſon de regarder comme donnée la diſtance horaire de cette étoile au méridien, parce que la petiteſſe de ſa révolution eſt cauſe qu'elle ne change de ſituation que très lentement. Mais puiſqu'il nous offre non ſeulement toutes les étoiles de la premiere & de la ſeconde grandeur, qui ſont vers le Pole, qu'il nous invite encore à obſerver l'azimuth du Soleil, nous ne ſçaurions trop le repeter, qu'on ne doit point alors regarder la diſtance horaire de l'Aſtre au méridien comme connue; parce que ſi on ſe trom-

* Le mot *de la hauteur au Pole*, au lieu de celui *de diſtance au Pole.* dans le Titre du Probl. IV. page 26.

poit d'un ſeul demi quart d'heure dans cette diſtance, on commettroit une grande erreur dans la ſituation de l'Aſtre; & on ſe tromperoit par conſequent auſſi beaucoup dans l'azimuth, en ſuppoſant même les Problemes de M. Meynier bien réſolus. Ainſi au lieu d'employer comme il le fait toujours l'angle horaire qu'on ne peut pas connoître en mer d'une maniere aſſez immediate, il faut dans le cas dont il s'agit, ſupoſer que la hauteur du Pole & la hauteur de l'Aſtre ſont données, & réſoudre le Triangle ſphérique par le moyen de ſes trois côtés; la diſtance de l'Aſtre au zénith, la diſtance de l'Aſtre au Pole & la diſtance du Pole au zenith. La réſolution de ce même triangle fournira auſſi, ſi on le veut, l'angle horaire, en cherchant l'angle au Pole, au lieu de chercher l'angle au zénith: mais encore une fois il ne faut pas ſe ſervir au contraire de l'angle pour réſoudre le triangle.

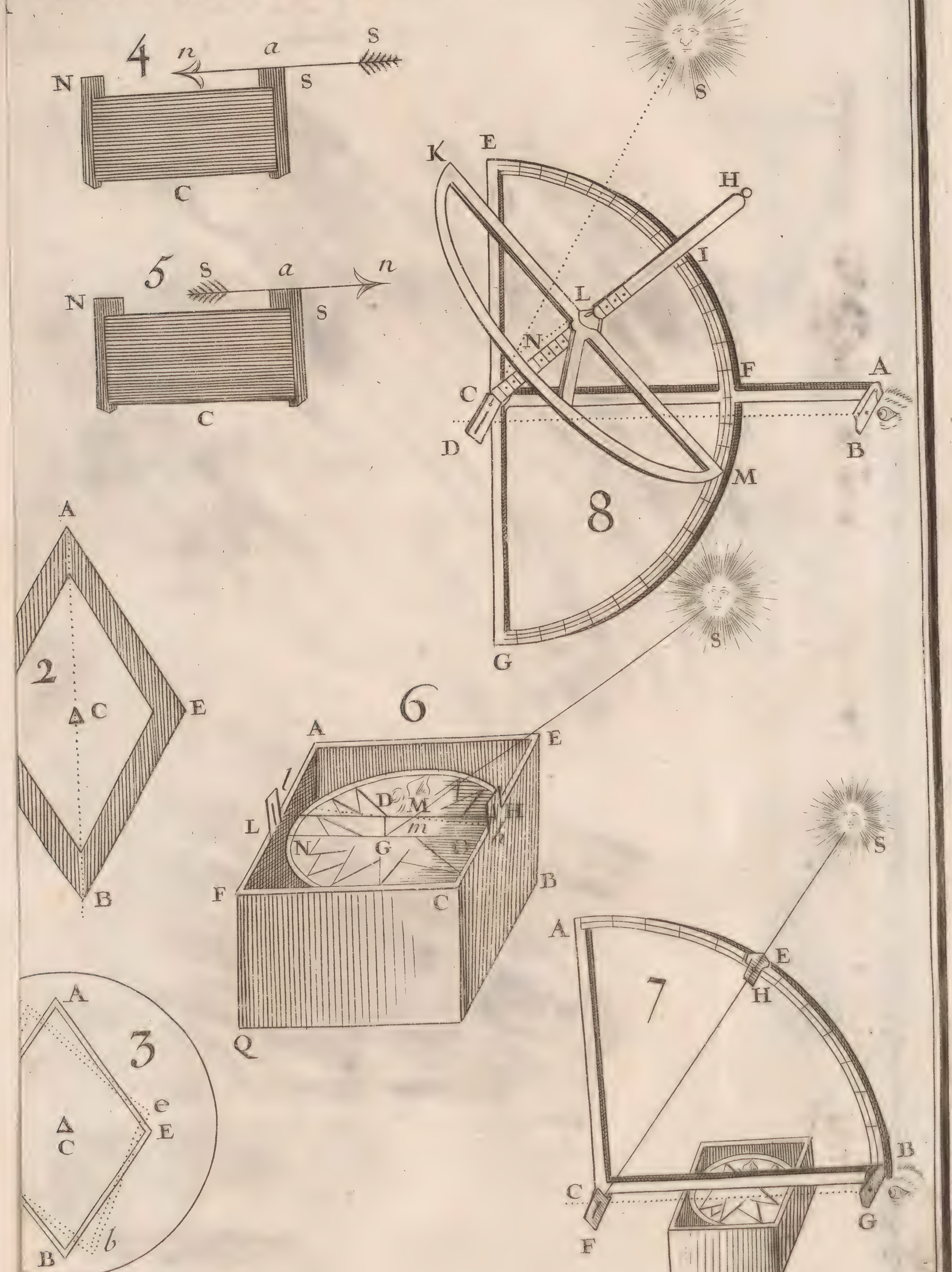
C'eſt à ce même genre de faute de ne pas diſtinguer les circonſtances dans leſquelles on peut appliquer chaque méthode, que nous devons raporter ce que l'Auteur avance, en finiſſant ſon mémoire; qu'un des tems propres pour obſerver en mer la variation, c'eſt lorſqu'un Aſtre paſſe par le Méridien. C'eſt dans la remarque de la page 27. où il dit qu'on réuſſira à obſerver la déclinaiſon de l'aiguille aimantée à l'étoile polaire, *ſurtout lorſque cette étoile eſt au deſſus du Pole vers ſa plus grande diſtance du Meridien, tant du côté de l'Eſt que du côté du Ouëſt, parce que pour lors elle eſt aſſez long-tems ſans changer de vertical bien ſenſiblement; ou en obſervant la hauteur de l'étoile ſur l'Horiſon lorſqu'elle eſt vers le méridien, parce que dans ce tems là elle eſt aſſez long-tems ſans changer d'almicantarath bien ſenſiblement.* La ſeconde partie de cette réflexion, nous ſommes faché de le dire, montre que la premiere n'a été faite que par hazard: car il eſt évident que la circonſtance la moins favorable, pour obſerver en mer la déclinaiſon de la Bouſſole, eſt toujours lorſque l'Aſtre eſt proche du méridien, puiſque c'eſt alors qu'il change le plus ſubitement de vertical. Il n'importe point en effet qu'on puiſſe avoir dans ce cas la hauteur de l'Aſtre avec plus de préciſion, puiſque malgré la connoiſſance plus préciſe de cet élement, on ſe trompe toujours beaucoup plus dans la ſituation de l'azimuth, qui eſt l'objet de toute la recherche.

Nous nous contentons au ſurplus de relever les mépriſes qui tirent à conſequence, & celles encore ſimplement qui ſe préſentent les premiéres; car ſi nous voulions raporter toutes les autres, nous ſerions obligés de donner beaucoup plus d'étenduë à cet écrit. L'Auteur ne penſe pas, par exemple, que ce qui détermine plûtôt un certain point de l'Horiſon qu'un autre à ſervir de Septentrion, c'eſt que le Pole du Nord eſt incliné d'un certain côté, & que s'il étoit préciſement ſur nôtre tête, il n'y auroit plus de point ſur l'Horiſon qu'on pût prendre pour vrai Nord, ni de cercle horaire qu'on pût regarder plûtot qu'un autre pour le meridien du lieu. M. Meynier qui ne fait point attention à tout cela s'imagine (pag. 23. & 24.) que la plus grande digreſſion d'un Aſtre ne ſe trouve de 90 dégrez que lorſque le Pole eſt au Zénith. Il eſt cependant bien ſenſible que dans ces pays-cy, ſi une étoile en décrivant ſon parallele paſſe par le Zénith, elle aura en arrivant à ce point du côté de l'Orient, & en s'éloignant du côté de l'Occident une digreſſion

de 90 dégrés, puiſque ſon parallele ſe confond dans ce point avec le premier vertical, qui fait une angle droit avec le méridien. Suppoſé d'ailleurs qu'il ne s'agiſſe pas dans la prétenduë démonſtration de M. Meynier de la digreſſion proprement dite; mais de toute diſtance de l'Aſtre au méridien à meſurer ſur l'Horiſon, cette diſſtance ſe trouve encore ici deux fois le jour de 90 dégrés à toutes les étoiles qui comprennent le Zénith dans le parallele qu'elles décrivent; & cette diſtance va même juſqu'à 180 dégrez, ſuppoſé qu'on prenne pour terme de la diſtance, la moitié du méridien qui eſt du côté du ſeptentrion.

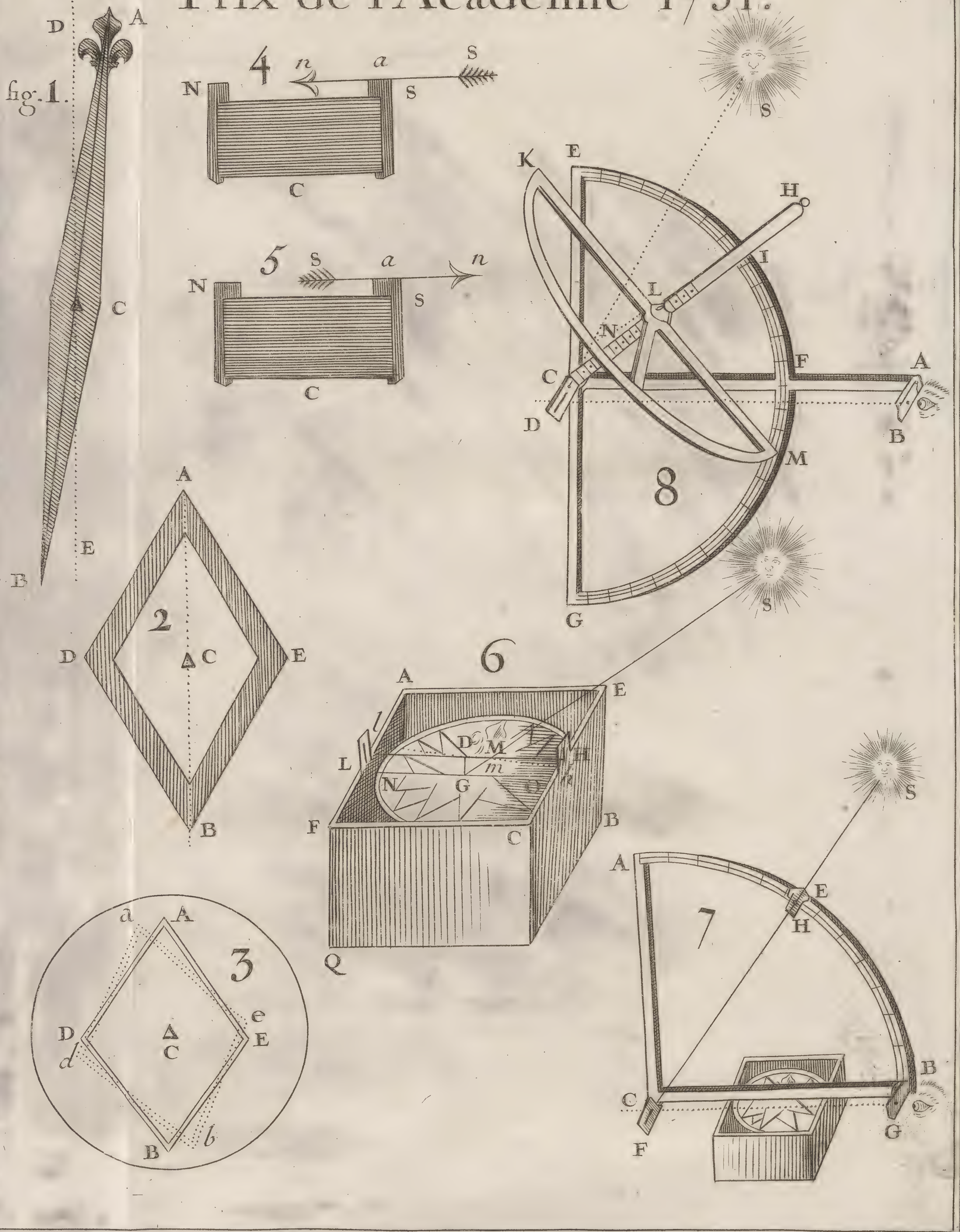
Après être tombé dans toutes ces fautes, M. Meynier ne devoit certainement pas prétendre au Prix; & il ne paroît que trop que l'accident qui lui eſt arrivé, ne lui a rien fait perdre. Il y a d'ailleurs long-temps que la méthode de déterminer la variation par l'Azimuth des Aſtres qui ſont élevés, a été propoſée la premiere fois; on la trouve dans preſque tous nos livres de Marine; & le Mémoire que nous venons d'examiner, ſe réduiroit à expliquer cette ſeule méthode, ſupoſé qu'on le purgeât de toutes les erreurs qu'il contient: c'eſt-à-dire qu'il n'enſeigneroit rien qu'on ne ſçût déja, & qu'il laiſſeroit les choſes préciſément dans l'état où elles étoient. Il s'en faut néanmoins extremement que ce ſoit là l'intention du Fondateur du Prix, ou celle de l'Académie Royale des Sciences, qui veut que ſi on n'explique que des choſes connues, on le faſſe au moins avec choix & qu'on éclaire les Marins ſur l'uſage qu'ils doivent faire de chaque operation. Il eſt vrai que pour réuſſir dans une pareille entrepriſe, il faut emprunter beaucoup de lumieres de la Théorie; car ce n'eſt que de cette ſorte qu'on perfectionne la pratique: Et il importe peu d'ailleurs que les diſcuſſions dans leſquelles on eſt obligé d'entrer, ſoient compliquées & difficiles, auſſi-tot que les Maximes ou les Aſſertions qui en réſultent, ſoient à la portée des Pilotes. Mais enfin on ſçait de quelle conſéquence il eſt en mer de connoître exactement la variation de la Bouſſole: M. Meynier raporte lui-même qu'on croit en Angleterre, que c'eſt par le deffaut de cette connoiſſance, que l'Eſcadre commandée par l'Amiral Chawel fit nauffrage. L'erreur n'étoit, peut-être cependant que de quelques dégrez: au lieu que ſi les Pilotes, abuſés par la maniere dont notre Auteur parle de ſes découvertes, avoient le malheur de ſe conformer le moins du monde à ſes préceptes, ils ſeroient ſujets à ſe tromper, non pas d'un ou deux dégrez; mais de 8. & de 10, quelquefois de 15. & de 20, & quelquefois de tout le Ciel. Ne cherchons point ici à nous allarmer, en nous reſſouvenant que celui qui enſeigne toutes ces erreurs, a occupé pendant pluſieurs années une Chaire d'Hydrographie dans un des plus fameux Ports de France; mais adjoutons qu'il eſt au moins très-néceſſaire d'arrêter les mauvaiſes ſuites que doit avoir la publication d'une Doctrine ſi dangereuſe.

Prix de l'Académie 1731.

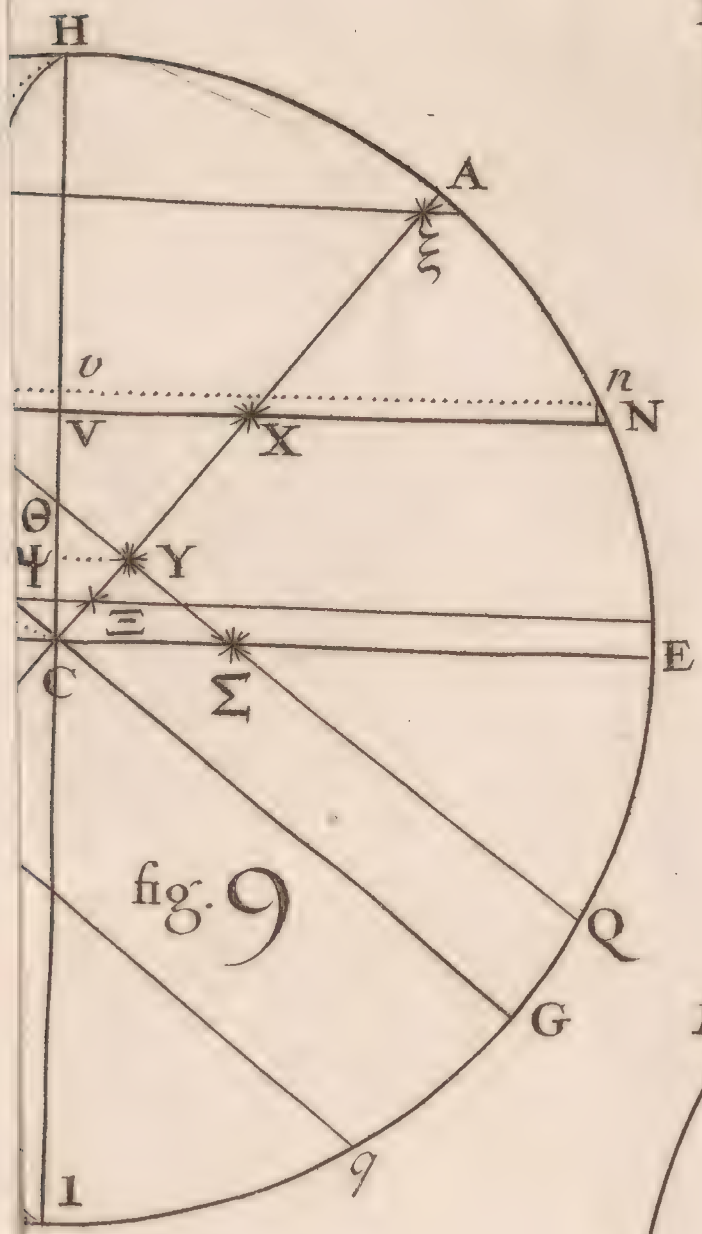


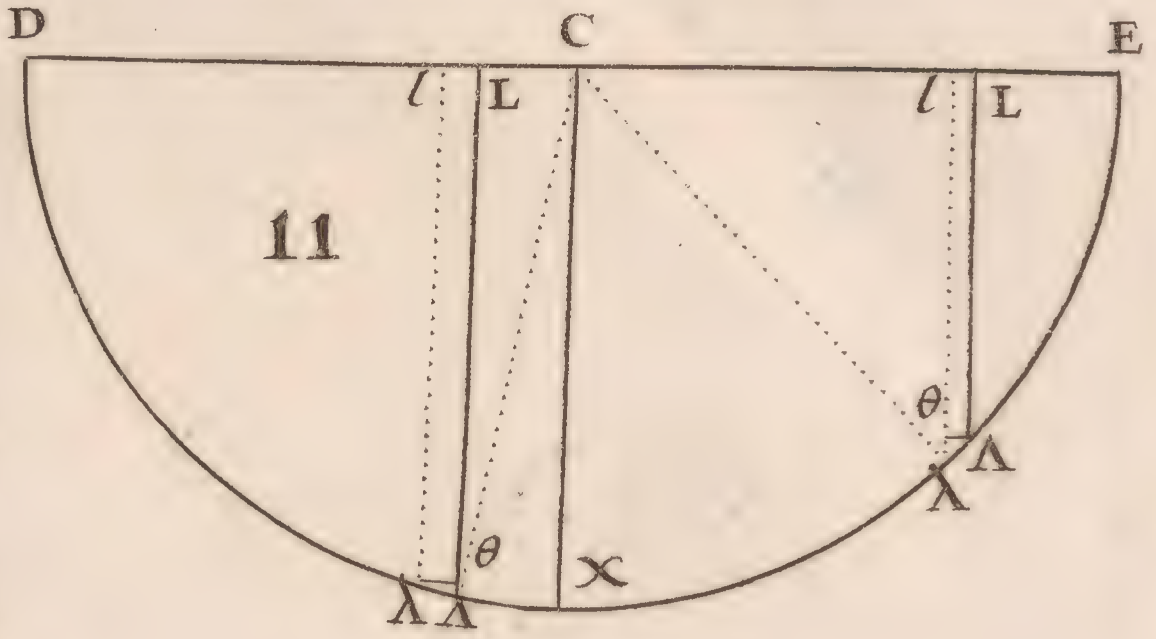
Pl. 1.

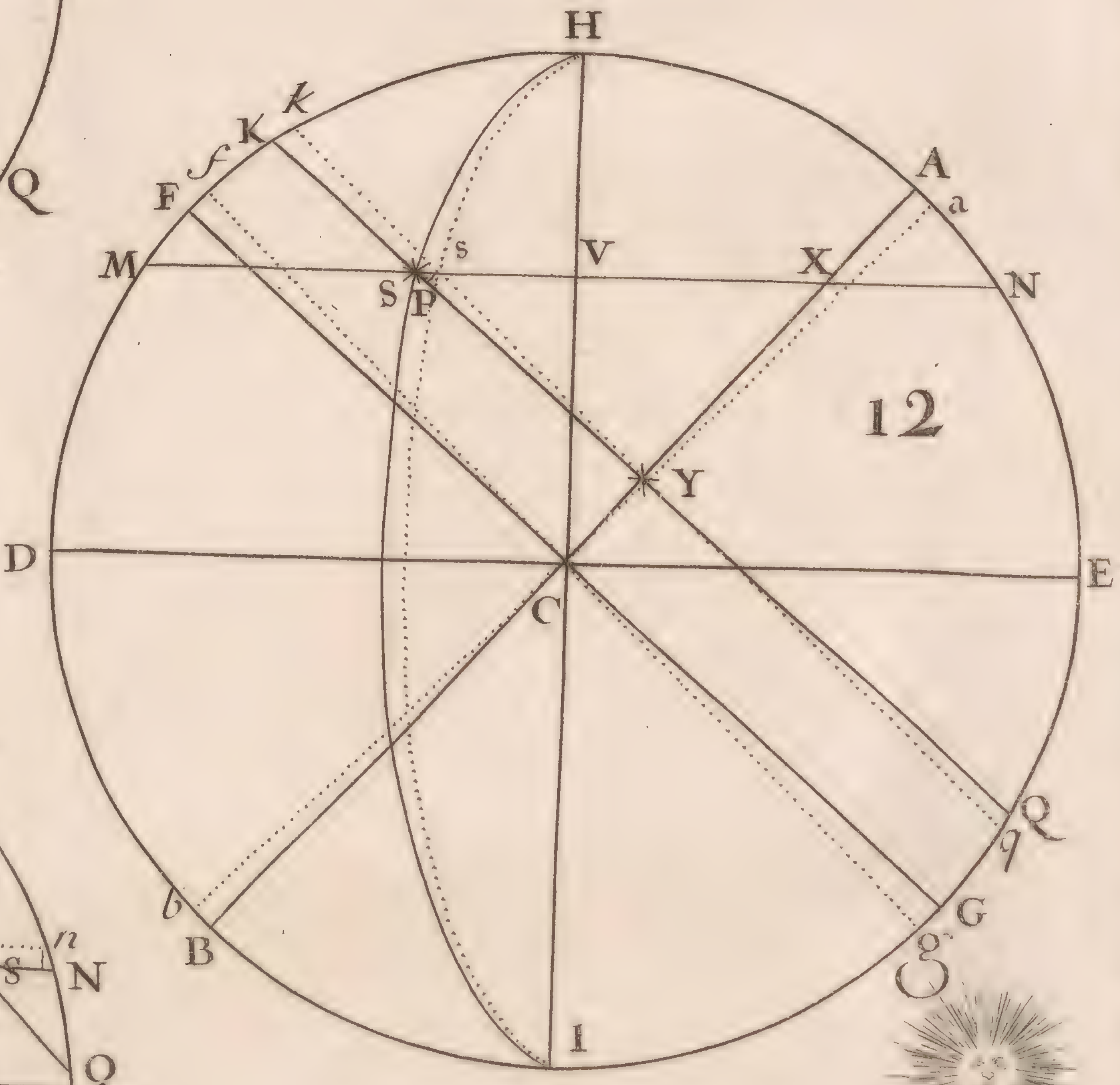
Prix de l'Académie 1731.

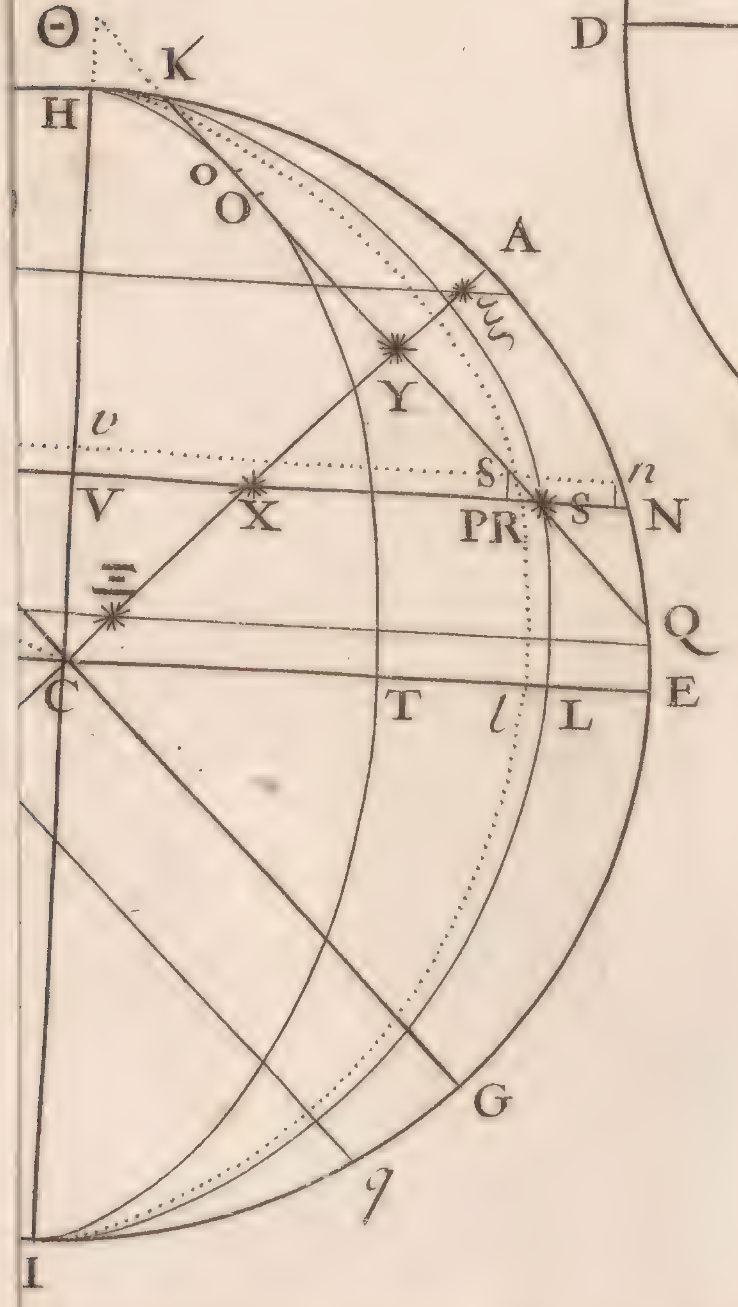


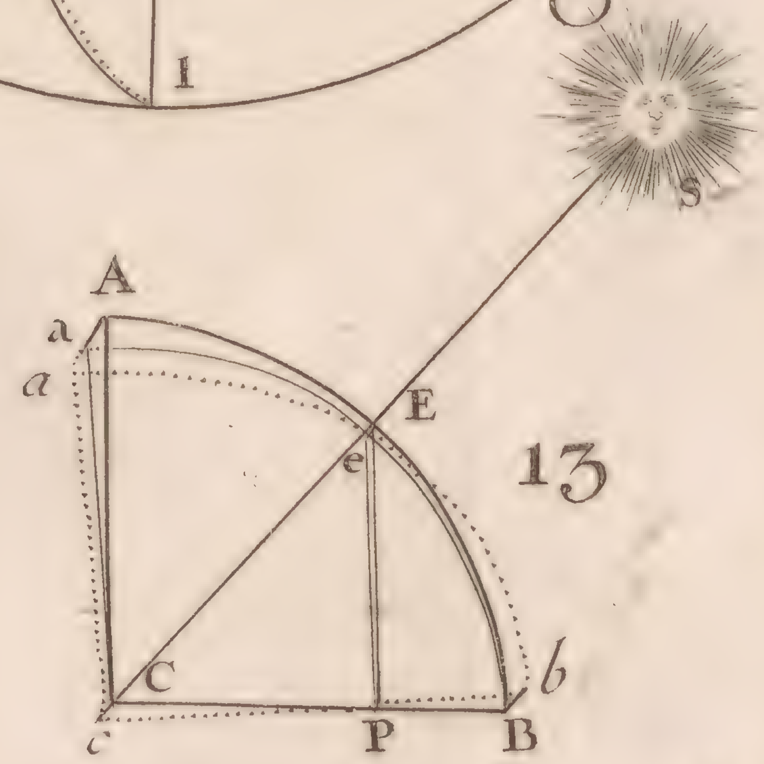
Prix de l'Académie. 1731.











Prix de l'Académie. 1731.

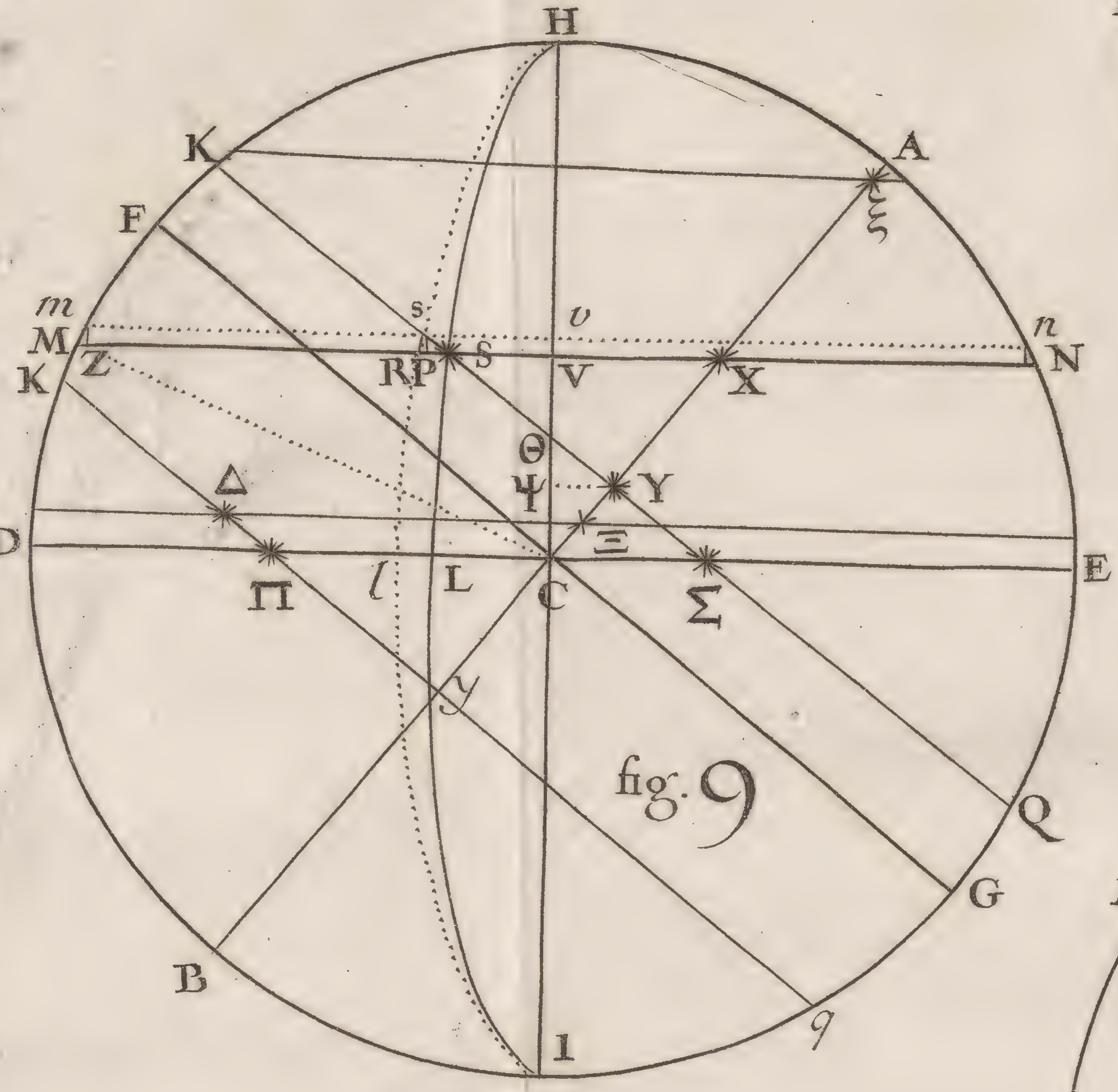
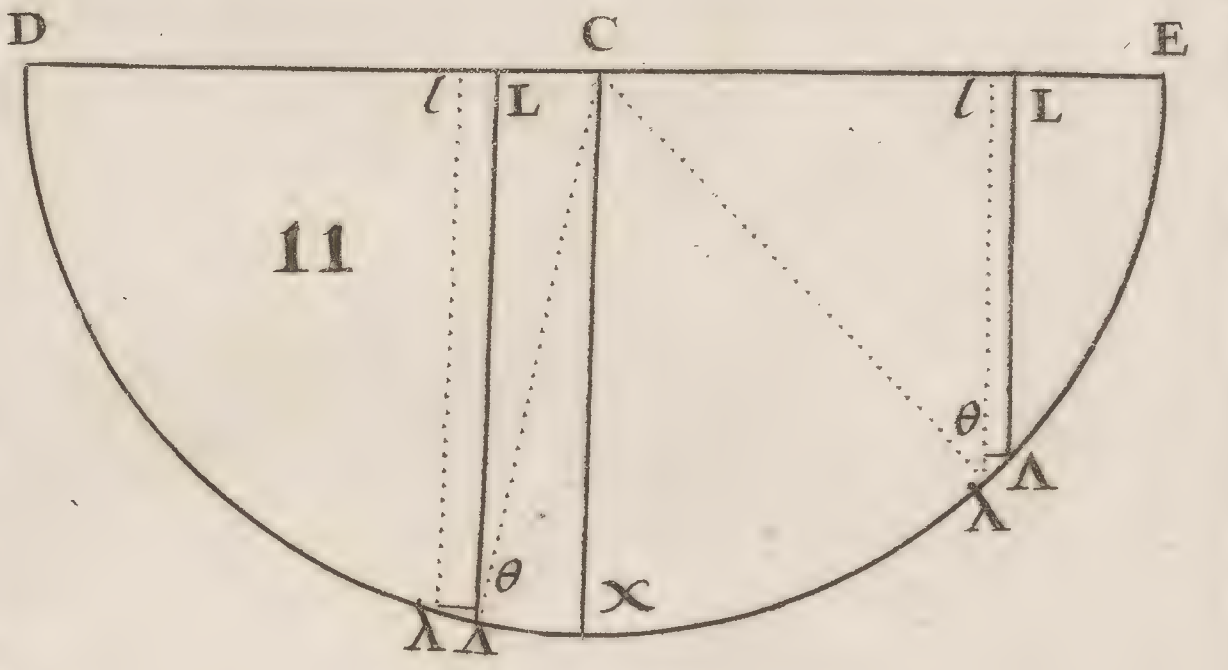
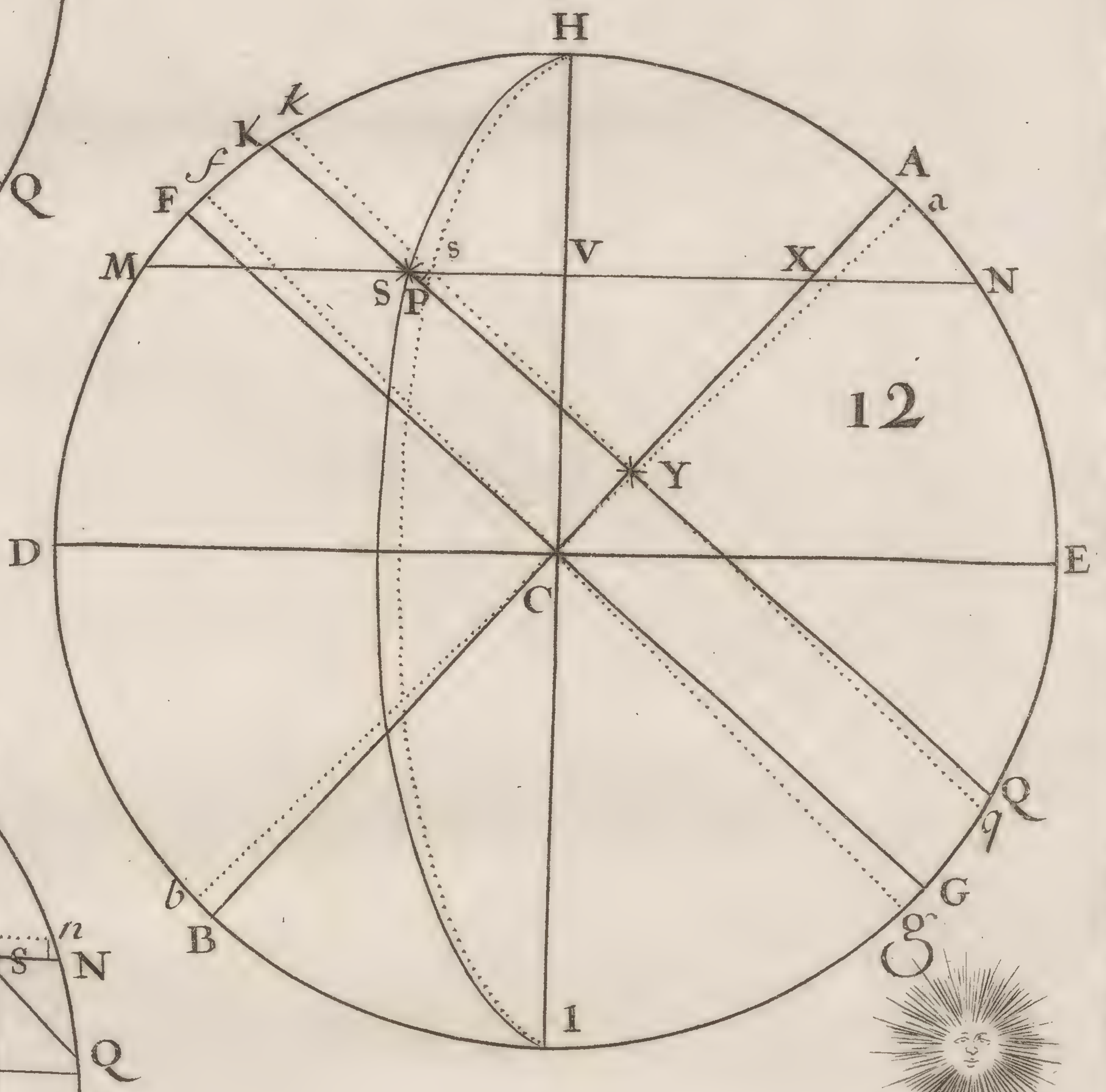


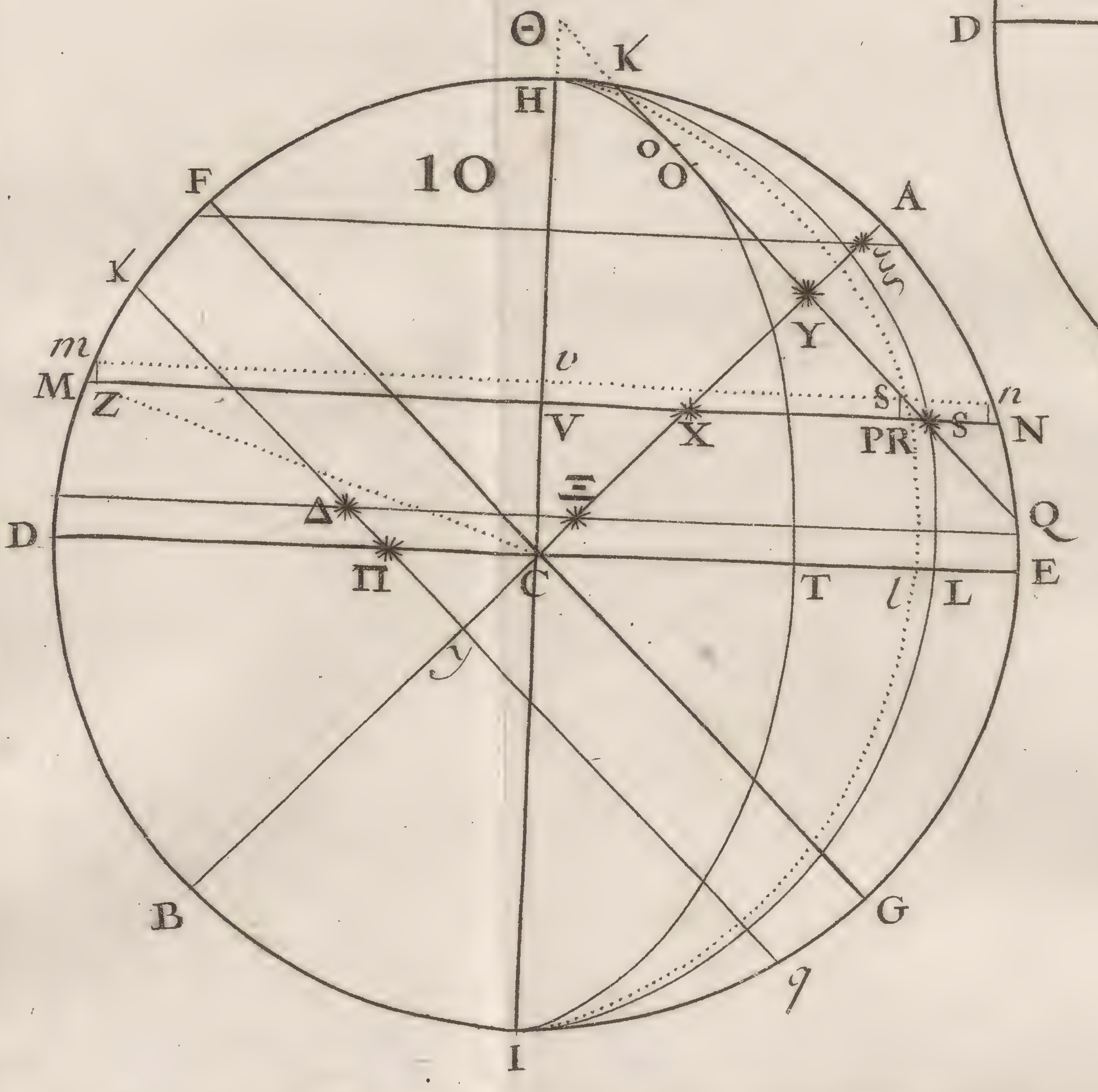
fig. 9



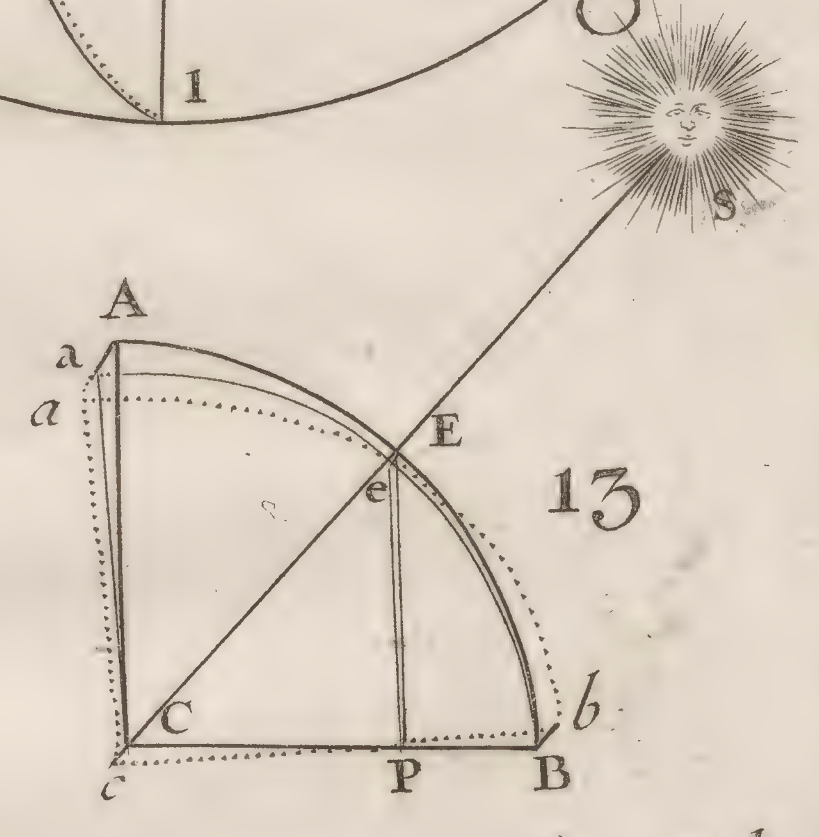
11



12



10



13

DISCOURS
SUR
L'AIMAN,

présenté à l'Académie Royale des sciences, pour concourir sur le sujet proposé, pour 1744.

Cette piece est une des trois entre lesquelles le Prix Triple a été partagé en 1746.

...... *Fluere è lapide hoc permulta necesse est*
Semina. Luc. lib. VI.

Par M. DUTOUR, Correspondant de l'Académie Royale des Sciences.

Prix 1744.

Paris. 1748

Exemplaire de l'auteur

ESSAI SUR L'AIMAN,

OÙ L'ON EXPLIQUE,

Son Attraction avec le Fer, la direction de l'Aiguille aimantée vers le Nord; ſa Déclinaiſon, & ſon Inclinaiſon.

.... Fluere è lapide hoc permulta neceſſe eſt
Semina. Lucr. Lib. VI.

L'AIMAN, par les merveilles qu'il nous offre, eſt en droit d'intéreſſer notre curioſité; & par rapport aux avantages qu'il nous procure, il devient un objet des plus importans de nos recherches. Je me ſuis attaché, dans celles que j'ai l'honneur de préſenter à l'Académie Royale des Sciences, à entrer dans ſes vûes, & à rendre mon travail utile, en interrogeant la Nature

par des expériences, en rassemblant des faits, & en les détaillant exactement.

Je débuterai par quelques réflexions préliminaires sur la matiere Magnétique, qui serviront d'introduction à ce que j'ai à dire sur les propriétés de l'Aiman, que je me propose principalement d'examiner dans ce discours.

CHAPITRE I.

De la Matiere Magnétique.

I. TOUS les phénoménes de l'Aiman concourent à établir l'existence de la matiere Magnétique. Des expériences très-simples nous la montrent à l'œil, pour ainsi dire, ou du moins ce qui la représente : on y voit qu'elle tourbillonne en dedans & autour de tout Aiman. M. Du Fay * est même parvenu à s'assurer, que son courant étoit unique, & que la direction du tourbillon général, qui circule autour du globe de la terre, étoit du Sud au Nord. Mais tout cela, quoique constant par des faits visibles, est encore sujet à une grande difficulté : on a de la peine à concevoir la cause qui perpétue la circulation de la matiere Magnétique autour d'une pierre d'aiman. Nous ne pouvons guères la chercher ailleurs que dans la figure & la disposition des parties internes de l'Aiman : mais c'est ici que nous aurions envain recours aux Microscopes ou aux Analyses Chimiques, pour nous procurer des éclaircissemens satisfaisans ; & nous en sommes réduits aux conjectures. Je vais en proposer.

* Mémoires de l'Académie, 1728 & 1730.

II. Je suppose que les pores de l'Aiman forment des canaux paralleles à son axe, & sont revêtus de petits poils roides, peu mobiles, & qui étant tous couchés dans le même sens, en livrent ou en refusent le passage à la matiere Magnétique, selon le bout auquel elle se présente pour y pénétrer. J'admets de plus un mouvement interne dans

l'Aiman, au moyen duquel ses pores se dilatent, & se contractent tour à tour. Si on m'accordoit ces suppositions, il seroit aisé d'en déduire comment une pierre d'Aiman conserve constamment son tourbillon.

III. Imaginons qu'une pierre d'Aiman n'en ait pas actuellement, parce que ses pores auront été bouchés de façon à les rendre impénétrables à la matiere Magnétique; concevons que ces pores se débouchent ensuite tout-à-coup; la matiere du tourbillon général, qui circule autour du globe de la terre, en parcourant sa surface & même son intérieur, & qui environne par conséquent la pierre, tendra à s'y insinuer de toutes parts. Au moyen de la disposition des petits poils, dont les pores de l'Aiman sont herissés, elle ne peut y entrer que par un de ses bouts, que par celui qui lui présente les petits poils renversés, & qui porte le nom de pole Boreal : elle se précipitera donc par-là dans l'Aiman, dont les pores sont ou vuides, ou occupés par quelque fluide, qui lui résiste infiniment moins que l'air. Car il en est de cet Aiman comme d'une bouteille vuide, qu'on plongeroit dans une cuve pleine d'eau; l'eau viendroit en affluence se jetter dans la bouteille, vers l'orifice de laquelle elle prendroit sa pente; c'est aussi ce qui doit arriver à la matiere Magnétique, qui se trouve aux environs de la pierre. Comme son courant d'un pole de la terre à l'autre est assez lent, par rapport à la rapidité avec laquelle elle enfile les pores de l'Aiman, toute celle qui est autour à une certaine distance, prendra sa pente, & se dirigera vers le pole Boreal de l'Aiman. Si, conformément à ce que j'ai mis en supposition, l'Aiman a pour lors un mouvement qui contracte ses pores, la matiere Magnétique qui est venue s'y loger, en sera chassée en partie : mais elle ne sçauroit rebrousser vers le pole Boreal, par où elle y est entrée, parce que les petits poils, en lui présentant leurs pointes, lui bouchent le passage de ce côté-là; elle sera donc toute repoussée vers le côté opposé, vers le pole Austral de l'Aiman, par où elle en sortira. Un mouvement

de dilatation qui surviendra tout de suite dans les pores de l'Aiman, y introduira de nouvelle matiere Magnétique par le pole Boreal, tandis que celle qui en est sortie par l'Austral, sera déterminée par le courant de celle qui est en mouvement autour de la pierre, à circuler vers le pole Boreal, qu'elle enfilera de nouveau, ce qui doit procurer à la pierre un tourbillon particulier, qui subsistera autant de tems que ces mouvemens de contraction & de dilatation se succéderont.

IV. De ce que le fer ressemble beaucoup à l'Aiman, & qu'il peut avoir tout comme lui un tourbillon de matiere Magnétique, il n'y a pas lieu de douter qu'ils ne le doivent l'un & l'autre à une cause commune, & que si l'Aiman a les mouvemens de contraction & de dilatation que nous lui avons assignés, le fer n'en soit aussi susceptible. Mais comme le tourbillon qu'acquiert le fer, est sujet à s'altérer, à se dissiper, à se renouveller; que son courant, après avoir eu une certaine direction, en prend quelquefois une autre toute opposée; & que souvent, ces effets dépendent uniquement de la simple situation du fer, on ne sçauroit se dispenser de reconnoître avec M. Du Fay *, que les petits poils, dont sont tapissés les pores du fer, différent de ceux de l'Aiman, en ce qu'ils sont extrêmement mobiles sur celle de leurs extrèmités qui les attache à la substance du fer, au point que la moindre secousse ou leur propre poids suffit pour les abbattre; & qu'ainsi ils sont disposés à se coucher en différens sens, à prendre tantôt un arrangement uniforme, & tantôt à se mettre dans une confusion parfaite.

* Mémoires de l'Académie, 1728, p. 362.

V. Au reste, je ne prétends nullement garantir l'existence de ces mouvemens de contraction & de dilatation, que je suppose à l'Aiman & au fer. Je ne propose cette idée que comme une conjecture : & je demande seulement, qu'en attendant qu'on trouve quelque chose de plus satisfaisant, on me la passe, parce qu'elle est de quelque secours pour l'imagination, qui s'en représentera plus fortement les phénoménes; & que, si elle ne va pas droit au but, elle

peut mettre ſur la voie ceux qui ſe donneront la peine de l'approfondir : ce ſont là du moins, les motifs qui m'engagent à la haſarder.

VI. Quoi qu'il en ſoit, on voit par l'arrangement que prend la limaille de fer ſur un carton qu'on place au-deſſus d'un Aiman, que la matiere de ſon tourbillon eſt fort ramaſſée & fort preſſée, lorſqu'elle y entre, & lorſqu'elle en ſort, & par conſéquent, tant qu'elle coule dans ſes pores; & qu'au contraire lorſqu'elle circule au-dehors de la pierre, ſon courant s'élargit & s'étend conſidérablement, ſe diviſant en une infinité de petits filets qui s'écartent les uns des autres. La matiere du tourbillon général doit être encore plus raréfiée, moins raſſemblée que celle du tourbillon particulier d'un Aiman, du moins ſur tous les paralleles de la terre qui nous ſont connus puiſque nous éprouvons par-tout, que la matiere de tout tourbillon particulier, l'emporte de beaucoup en force ſur celle du tourbillon général; le plus foible Aiman agiſſant ſenſiblement ſur de la limaille de fer, que la matiere du tourbillon général ne ſçauroit ébranler le moins du monde. (*a*) Et cela ne paroîtra pas ſurprenant, ſi l'on conſidere l'eſpace immenſe que la matiere du tourbillon général a à parcourir pour ſe rendre d'un pole de la terre à l'autre. Car plus la traverſe eſt longue, & plus les cauſes qui occaſionnent la déſunion des filets de matiere Magnétique ſe multiplient. Il eſt encore à préſumer, que vers l'Equateur de la terre, ſon courant eſt beaucoup moins abondant, moins fourni que vers les poles, puiſque plus elle eſt éloignée des poles, & plus l'eſpace qu'elle a à balayer eſt étendu; cette différence pourroit être aſſez conſidérable pour être ſenſible. Le même Aiman, par exemple, qui portera deux livres peſant de fer

(*a*) Hartſoeker a remarqué auſſi, que deux aiguilles de Bouſſole poſées chacune ſur un pivot l'une derriere l'autre, ſe tenoient toujours ſur une même ligne de direction, quoiqu'au moyen de leur ſituation cette ligne ne pût pas coincider avec celle de la direction de la matiere du tourbillon général, parce que ſon courant eſt trop foible pour l'emporter ſur le courant de celle qui tourbillonne autour des aiguilles. *Cours de Phyſique*, *l.* 3. *ch.* 5. *Art.* 61. *n.* 3.

à Quitto, n'en porteroit-il pas davantage à Paris, & encore plus à Kittis ? Il devroit arriver, ce semble, à cet Aiman, ce qui arrive à un Aiman foible qu'on met dans le tourbillon d'un aiman vigoureux, où il acquiert de la force, parce que plus de matiere Magnétique le pénétre alors.

VII. Il est très-probable que la matiere Magnétique ne cesse d'être ramassée après être sortie des poles de la terre & de tout Aiman, & que ses filets ne se désunissent & ne s'écartent, qu'à cause de la résistance que l'air oppose à son courant; & qu'au contraire, ils se rassemblent dans les pores de l'Aiman, ainsi que dans ceux du fer, parce qu'elle trouve une grande facilité à s'y mouvoir : & sur ce pied, les dispositions opposées qu'ont ces différens milieux, l'Aiman & le fer à favoriser, l'air à troubler la circulation de la matiere Magnétique, doivent concourir & contribuer beaucoup à la faire tourbillonner autour de l'Aiman & du fer. Car il en résulte, que la matiere Magnétique qui avoisine & entoure un Aiman, doit se diriger en affluence vers son pole Boreal, & l'enfiler avec une rapidité considérable. Or, quelle que soit la cause qui la chasse ensuite hors de l'Aiman par le pole Austral, elle ne sçauroit s'empêcher, après s'être avancée jusqu'à un certain point dans la même direction qu'elle y est entrée, de se laisser entraîner par la pente de celle qui la précéde; d'autant plus qu'à la sortie de la pierre, elle est arrêtée & repoussée par la matiere du tourbillon général, qui entoure le tourbillon particulier de la pierre, & contre laquelle elle va heurter, soit que leurs directions soient en sens opposés, soit qu'elles soient en même sens, parce que le courant du tourbillon général est beaucoup plus rallenti que celui de tout tourbillon particulier: la matiere Magnétique rebroussera donc chemin, après être sortie par le pole Austral de l'Aiman, & se mettra à la suite de celle qui a été la remplacer dans les pores de la pierre, où elle entrera elle-même de nouveau.

VIII. Une preuve que l'air résiste au courant de la matiere Magnétique, & occasionne par-là sa raréfaction, c'est qu'un

qu'un Aiman leve tant ſoit peu plus de poids * dans le vuide de la machine pneumatique, que dans l'air libre, & apparemment parce que l'abſence de l'air groſſier dans le récipient y fait place à la matiere Magnétique du tourbillon général, qui l'en traverſe avec plus de facilité, & dont les filets y ſont d'autant plus ramaſſés; ce qui met à même le tourbillon de l'Aiman qui s'y rencontre, de ſe fortifier & de s'accroître, & lui procure par conſéquent une augmentation de force.

* Cours de Phyſ. d'Hartſoeker, l. 3. c. 5. art. 15.

IX. Au reſte, c'eſt effectivement la matiere du tourbillon général, qui fournit à tout Aiman ſon tourbillon particulier, & qui l'entretient. Les fameuſes croix du Clocher d'Aix & de Chartres, qui ſe ſont aimantées par ſucceſſion de tems, & les verges de fer qu'on aimante ſur le champ à coups de marteaux, en ſont des exemples ſenſibles. Auſſi le tourbillon d'un Aiman n'eſt-il pas toujours égal à lui-même. Il eſt ſuſceptible d'augmentation & de diminution; ce dont il eſt aiſé de juger par la variation de la force de l'Aiman: car ſi on met un Aiman * dans l'Atmoſphere d'un Aiman plus fort, & qu'on eſſaie alors ſa force, on la trouvera beaucoup plus conſidérable qu'elle n'étoit auparavant; mais ſitôt qu'on l'aura retiré de cette Atmoſphere, il ne lui reſtera plus que ſa premiere force. Il eſt à propos de remarquer à cette occaſion, que la matiere du tourbillon d'un Aiman, n'eſt pas non plus toujours la même. Il peut ſe faire que des filets de ſon tourbillon, en ſe rendant du pole Auſtral de la pierre au Boreal, ſe détournent ſur la route, & s'en détachent pour ſe rejoindre au tourbillon général; ce qui donne lieu à d'autres filets de celui-ci de les remplacer, & de circuler à leur tour autour de l'Aiman; & par-là, le tourbillon d'un Aiman eſt ſujet à ſe renouveller ſans ceſſe: & c'eſt ce qui réſulte de la propriété qu'a la matiere du tourbillon général, de diſpoſer conformément à ſa direction, un Aiman qu'on rend facile à être ébranlé; car elle n'en ſçauroit venir à bout, qu'autant que quelques-uns de ſes filets enfilent le pole Boreal de l'Aiman,

* Mém. de M. de Réaumur, ſur l'Aiman, parmi ceux de l'Acad. 1723.

lesquels sont dès-lors partie du tourbillon particulier de la pierre.

X. La résistance que la matiere Magnétique éprouve de la part de l'air, elle l'éprouve la même dans tout autre milieu, si l'on en excepte le fer. On voit dans les Expériences de l'Académie de Florence, que divers solides & divers fluides interposés entre une aiguille de Boussole & une pierre d'Aiman, n'ont dérangé aucunement la position dans laquelle l'Aiman tenoit l'aiguille, lorsqu'il n'y avoit que de l'air entre deux : ce qui fait voir que l'air & tous ces différens milieux offrent à la matiere Magnétique des passages, ou également étroits, ou également difficiles à pénétrer, & tels qu'en traversant les uns ou les autres, ses filets ne se désunissent jamais ni plus ni moins. Le fer seul paroît intercepter la matiere Magnétique : une plaque de fer interposée entre une pierre d'Aiman & une aiguille de Boussole, affoiblit ou interrompt totalement l'action de l'Aiman sur l'aiguille ; & un Aiman placé sous une feuille de tôle fort mince, n'ébranle même qu'à peine la limaille de fer répandue au-dessus. Ces faits confirment ce que nous avons avancé, sur la facilité que la matiere Magnétique trouve à se mouvoir dans les pores du fer ; car on peut regarder la substance du fer, comme percée d'une infinité de routes aisées, où la matiere Magnétique ne s'égare & n'est détenue, que parce qu'elle y a le champ libre pour s'y rassembler, & pour y tourbillonner même. Cependant M. Le Monnier n'en a pas jugé ainsi, parce que dans ce cas, selon lui,* elle seroit obligée de sortir par toutes les extrémités de la tôle, & agiteroit par conséquent de la limaille de fer, qui se rencontreroit vis-à-vis des extrémités de la tole, ce qu'elle ne fait pas. Cette objection a pû paroître très-spécieuse ; mais il est à considérer, que la matiere Magnétique qui passe de l'Aiman dans la tole, s'y disperse & s'y éparpille beaucoup. Cette tole, dont les petits poils qui tapissent ses pores sont dans une parfaite confusion, devient un assemblage d'une infinité de petits

* Hist. Acad. 1733. p. 14.

Aimans, dont les poles se trouvent placés çà & là, irrégulierement, & sans aucun ordre; & il est aisé de concevoir qu'il peut circuler en dedans & en dehors de la tole, une grande quantité de matiere Magnétique, sans que cette matiere puisse agir sensiblement sur de la limaille de fer, parce que ces tourbillons & ces courans ne concourent pas vers le même endroit, & que la matiere Magnétique * n'a de force qu'à proportion qu'elle est réunie & ramassée. Mais voici encore plus. J'ai éprouvé que si au lieu de limaille on met une aiguille de Boussole, qui est plus aisée à émouvoir que la limaille, vis-à-vis & tout près de quelqu'une des extrémités de la tole, la matiere Magnétique qui en sort, met effectivement l'aiguille en mouvement. On pourroit peut-être soupçonner que dans cette expérience, l'Aiman seul agit sur l'aiguille; mais en faisant cette expérience avec attention, on s'appercevra que la tole, en tant qu'elle fournit des passages commodes à la matiere émanée de l'Aiman, participe à cet effet, & aide au moins à l'action de l'aiguille sur l'Aiman. Car si on enleve la feuille de tole, le bout de l'aiguille qui étoit attiré, le sera moins; & par conséquent, il n'y a aucun lieu de douter, que la matiere Magnétique ne parcoure la feuille de tole en tout sens, & qu'elle n'y circule même avec beaucoup plus de facilité que dans l'air.

* Voyez ci-après, le ch. 3.

XI. Prévenu de l'idée contraire, l'illustre Physicien que je viens de citer, a refusé d'admettre que la limaille de fer, qui, répandue sur un carton placé au-dessus d'un Aiman, s'arrange selon certaines courbes qui se réunissent vers les endroits du carton qui répondent aux poles de l'Aiman, fût enfilée par les écoulemens de la matiere Magnétique sortie de la pierre. Il a présumé au contraire, * que la matiere Magnétique ne pénétre aucunement les molécules de limaille qui forment ces courbes; & que les vuides ou espéces de sillons, qui sont entre ces courbes, sont les véritables routes de la matiere Magnétique, qui ne fait qu'écarter la limaille de part & d'autre. Je me suis avisé à

* Hist. Acad. 1733. p. 15.

ce ſujet, d'une épreuve déciſive, & au moyen de laquelle je me ſuis aſſuré, que ces molécules de limaille étoient actuellement autant d'Aimans, & avoient des poles diſtincts, & que leurs poles, de même dénomination, ſe trouvoient tous tournés du même côté. Après avoir ſemé de la limaille de fer ſur un carton poſé au-deſſus d'une pierre d'Aiman, j'ai préſenté aux molécules de limaille, le pole Boreal d'un autre Aiman; alors ils ſe ſont tous élevés ſur celle de leurs extrémités qui regardoit le pole Boreal de l'Aiman au-deſſus duquel ils étoient, & auquel ils devoient leur arrangement; & quand je leur ai préſenté le pole Auſtral du ſecond Aiman, ils ſe ſont tous élevés ſur l'extrémité oppoſée. Ils ont donc une de leurs extrémités qui fuit le pole Boreal, & recherche l'Auſtral de l'Aiman qu'on en approche, & l'autre extrémité qui recherche ſon pole Boreal, & fuit l'Auſtral : ils ſont donc dans le cas de tout Aiman, & par conſéquent la matiere Magnétique les enfile. Au reſte, ces molécules perdent le Magnétiſme qui leur eſt communiqué par l'Aiman qui eſt ſous le carton, dans le moment même qu'ils ſe trouvent hors de la ſphere d'activité de cet Aiman; car ayant retiré l'Aiman de deſſous le carton, & leur ayant préſenté tout de ſuite l'un des poles d'un autre Aiman, ils ſe ſont dreſſés indifféremment ſur l'une & l'autre de leurs extrémités.

CHAPITRE II.

De la Vertu attractive de l'Aiman.

XII. L'AIMAN & le fer s'attirent réciproquement à une certaine distance ; & il en est de même de deux Aimans dont les poles de différens noms sont voisins. M. Rohault * a présumé, que ce phénoméne dépendoit de la pression de l'air, qui, chassé d'entre deux Aimans, par exemple, par la matiere Magnétique, qui passe directement de l'un dans l'autre, étoit forcé de se retirer derriere, où il pesoit sur eux. Depuis, on a abandonné cette opinion, quand on a vû que le succès de cette expérience étoit le même dans le vuide de la machine pneumatique, que dans l'air libre. Au défaut de l'air, on a eu recours à la matiere subtile. Mais, capable de pénétrer dans les interstices les plus intimes des corps, est-elle propre à peser sur eux? Hartsoeker qui l'a employée pour expliquer cette attraction réciproque de l'Aiman & du fer, a été réduit à supposer, * que quoiqu'elle pénétrât tous les autres corps, elle ne pouvoit s'insinuer dans les corps Magnétiques de l'Aiman & du fer : c'est lui ôter un peu de sa subtilité.

* Traité de Physique, partie 3. ch. 8. Art. 23.

* Cours de Physique, l. 3. ch. 5. Art. 4.

XIII. Quoi qu'il en soit, il me semble que sans aller chercher si loin la cause de l'approche mutuelle de l'Aiman & du fer, ou de deux Aimans, dans les circonstances convenables, la matiere Magnétique du tourbillon général, peut toute seule opérer cet effet. Il est évident qu'elle environne & qu'elle enveloppe, pour ainsi dire, le tourbillon particulier de tout Aiman. Elle doit le presser de tous côtés, parce que la place qu'il occupe, il l'usurpe sur elle, & qu'elle tend naturellement à la reprendre. Quand deux Aimans *O* & *P* sont placés assez près l'un de l'autre, & que leurs poles de différentes dénominations se regardent, leurs tourbillons se réunissent ensemble ; la matiere Magnétique

PLANCHE I. Fig. I.

qui sort de l'Aiman *P* par le pole *A*, passe pour la plus grande partie tout droit dans l'Aiman *O* par le pole *b*, qui lui présente des routes convenables ; & la matiere Magnétique qui sort de l'Aiman *O* par le pole *a*, après avoir circulé autour & tout le long des deux Aimans, va se rendre au pole *B* de l'Aiman *P*. C'est de quoi au reste il est aisé de se convaincre, en mettant sur les Aimans une feuille de papier garnie de limaille de fer, qui tracera fidélement les routes que parcourt la matiere Magnétique. Ces deux Aimans ont donc un tourbillon commun, sur lequel, comme nous venons de l'observer, la matiere du tourbillon général doit peser en tout sens. Elle tendra donc à le resserrer dans le moindre espace possible, & par conséquent à amener les deux Aimans l'un vers l'autre; car leur tourbillon commun perdra d'autant plus de son étendue, qu'ils se rapprocheront davantage : ni la matiere Magnétique, qui du pole *A* passe au pole *b*, ni l'air, ni la matiere subtile qui se rencontrent en *K* entre les deux Aimans, ne s'opposent aucunement à l'effet de la pression de la matiere du tourbillon général ; ou, ce qui est la même chose, ne peuvent empêcher l'approche mutuelle des deux Aimans, parce que la matiere Magnétique qui sort du pole *A*, trouve toute la facilité imaginable à s'introduire dans les pores du pole *b*, & qu'à mesure que les Aimans, en se rapprochant, chassent l'air & la matiere subtile qui sont en *K*, ils laissent par derriere le champ libre ; l'air & la matiere subtile n'ont qu'à changer de place. Il n'y a donc que l'aspérité des plans sur lesquels les Aimans sont posés, ou leur propre pesanteur, qui puissent être un obstacle aux mouvemens qui sont communiqués aux deux Aimans, par la matiere du tourbillon général. C'est pourquoi si l'un des deux Aimans n'est pas extraordinairement pesant, & qu'il soit suspendu en l'air par un fil, ou placé sur l'eau dans une Gondole de liége, de façon qu'il puisse être aisément ébranlé, il ira se joindre à l'autre.

XIV. Selon ce que je viens d'exposer, l'attraction

mutuelle de deux Aimans, suppose que leurs tourbillons se sont confondus ensemble, du moins jusques à un certain point. Aussi deux Aimans, quelque forts qu'ils soient, & quelque faciles qu'on les rende à être ébranlés, ne parviennent à se joindre que lorsqu'ils sont fort près l'un de l'autre. En effet, pour peu que deux Aimans soient éloignés, leurs tourbillons ne se mêlent ensemble que très-imparfaitement, quoique leurs poles de différens noms se regardent; un intervalle de 7 à 8 lignes, est un intervalle très-considérable à cet égard. La réunion de deux tourbillons ne peut même être complette, que les deux Aimans ne se touchent, & encore se touchent-ils quelquefois sans qu'elle soit telle. C'est de quoi m'ont convaincu quelques expériences faites sur diverses pierres d'Aiman, dont je vais rendre compte. Je mettois une feuille de papier, où il y avoit de la limaille de fer répandue, sur deux pierres, dont je voulois reconnoître à quel point les tourbillons étoient réunis; & quoiqu'elles fussent toujours adossées l'une contre l'autre, & que leurs poles de différens noms fussent voisins, toutes ne me donnoient pas les mêmes résultats; tantôt il se formoit quatre vuides sur le papier, tantôt trois, & quelquefois deux seulement.

XV. Je ne m'arrêterai pas ici à expliquer la cause qui produit ces vuides: il me suffit de remarquer qu'ils ne se forment qu'aux endroits de la feuille de papier qui répondent aux poles des Aimans; que la matiere Magnétique qui est fort rassemblée losrqu'elle y entre & lorsqu'elle en sort, contribue beaucoup à les former, & qu'il est nécessaire, pour l'y aider, de donner quelques legeres secousses à la feuille de papier. C'en est assez pour faire concevoir que les différens résultats de mes expériences, étoient des marques sensibles de la réunion plus ou moins entiere des tourbillons des Aimans.

1°. Lorsque les poles voisins des deux Aimans qui se touchent, sont semblables, & disposés de façon, que les pores ou interstices dont ces poles sont composés, se

couvrent tous & en entier, réciproquement les uns les autres, les filets de matiere Magnétique, qui, en sortant des uns, trouvent tout à plein pied dans les autres des routes convenables, les enfilent, & suivent leur chemin tout droit, sans qu'aucun de ces filets puisse se détourner & s'échapper d'entre les deux pierres. Alors on remarquera seulement deux vuides sur la feuille de papier
Fig. II. *ST* en *C* & en *D*, un au-dessus de chacun des poles extérieurs des Aimans; car il ne s'en peut former aucun en *E* à l'endroit du papier qui répond à la jonction des deux pierres, parce qu'il ne s'y éleve point de matiere Magnétique des poles intérieurs. C'est le cas de la réunion complette des tourbillons.

2°. Si les pores ou interstices, qui composent les poles voisins des deux Aimans, sont en plus grand nombre, & occupent un plus grand espace sur un Aiman que sur l'autre, & que les Aimans soient adossés, de façon que le pole le moins étendu *O* soit couvert en entier par celui qui l'est le plus, il est évident qu'une partie du pole *P* le plus étendu, aura vis-à-vis dans l'autre Aiman, des routes contiguës & correspondantes, & que l'autre partie de ce pole *P* n'en aura aucune vis-à-vis d'elle; les filets de matiere Magnéti-
Fig. III. ques qui passeront par la partie du pole *P*, qui a vis-à-vis des routes contiguës & correspondantes, agiront comme dans la premiere expérience; ils couleront en dedans d'une pierre dans l'autre; mais la circulation des filets de matiere Magnétique, qui passeront par la partie du pole *P*, à qui l'Aiman voisin ne présente aucun passage correspondant, ne peut subsister qu'autant qu'ils s'échappent de la pierre en dehors, ou que du dehors ils se rendent dans la pierre, selon que le pole *P* est l'Austral ou le Boreal; & dans l'un & l'autre cas, il se formera un vuide en *E*, à l'endroit de la feuille de papier qui répond à ce pole intérieur, ce qui, avec ceux qui se forment toujours au-dessus des poles extérieurs, fait trois vuides.

3°. Enfin, lorsque les poles voisins des deux Aimans sont disposés

disposés l'un à l'égard de l'autre, de façon qu'ils se débordent mutuellement, les filets de matiere Magnétique qui passent par les parties de ces poles, qui n'ont point vis-à-vis dans l'Aiman voisin des passages correspondans, ne peuvent se rendre directement d'un Aiman dans l'autre; il faut qu'ils circulent en dehors des Aimans, & il se forme deux vuides sur la feuille de papier, aux environs de la jonction des deux pierres, l'un au-dessus du pole intérieur, qui se dirige au Nord, par ceux de ces filets qui en sortent, & l'autre au-dessus du pole, qui se dirige au Sud, par ceux de ces filets qui vont s'y rendre du dehors; voilà le cas des quatre vuides, parce qu'il s'en forme toujours deux autres vers chaque bout des Aimans réunis, comme je l'ai déja dit. Dans cette expérience & dans la seconde, la réunion des tourbillons est incomplette.

XVI. Il suit de ces observations, que les tourbillons de deux Aimans ne se confondent parfaitement & en entier, que lorsque les pores ou interstices, qui composent les poles intérieurs des deux Aimans, sont en nombre à peu près égal dans chaque Aiman, & qu'ils correspondent exactement les uns aux autres, se touchant en toutes leurs parties; & pour cet effet, il est nécessaire que ces poles voisins aient été taillés, & soient bien unis, afin qu'ils puissent s'appliquer immédiatement l'un contre l'autre.

XVII. Je fis ensuite l'expérience avec deux Aimans, qui sont assez bien taillés, & dont les tourbillons s'étendent à dix pouces autour d'eux, ce dont il est aisé de juger parce qu'ils agissent sensiblement à cette distance, sur une aiguille de Boussole. Je tins d'abord ces deux Aimans éloignés l'un de l'autre de l'épaisseur d'une carte à jouer, & il se forma toujours quatre vuides de limaille sur la feuille de papier; ce qui prouve que le mêlange des tourbillons n'étoit pas entier, & qu'il y en avoit une partie qui continuoit à circuler séparément autour de chaque Aiman; (*a*)

(*a*) On s'en assure d'une façon sensible, en faisant un trou dans un carton, où l'on enfonce à moitié les deux aimans, disposés convenablement & écartés

mais j'obſervai en même tems, que cette portion de leur matiere Magnétique qui tourbillonnoit à part, n'étoit pas conſidérable, parce que les deux vuides intérieurs étoient infiniment plus petits que les extérieurs, (*a*) & qu'ils ne l'euſſent été eux-mêmes, s'il y eût eu un plus grand intervalle entre les deux Aimans; ce qui donnoit lieu de préſumer, que la matiere Magnétique, à ſon paſſage par les poles intérieurs des deux Aimans, ne s'élevoit pas au-deſſus de la feuille de papier en auſſi grande quantité qu'elle l'eût fait, ſi les Aimans n'euſſent pas été près l'un de l'autre, & par conſéquent, que la plus grande partie de cette matiere ſe rendoit directement d'un Aiman dans l'autre.

XVIII. En pouſſant plus loin cette expérience, j'ai vû que plus il y avoit d'intervalle entre les deux Aimans, & plus les vuides intérieurs étoient étendus, & approchoient de la grandeur des extérieurs; d'où il étoit à conclure, qu'il s'en rendoit moins de matiere Magnétique, directement d'un Aiman dans l'autre. Lorſque je les eus mis à environ ſix à ſept lignes de diſtance l'un de l'autre, les vuides intérieurs devinrent égaux aux extérieurs, & un plus grand éloignement entre les Aimans, ne me parut plus y rien ajouter. Lors donc qu'il étoit d'à peu près ſept lignes, la réunion des tourbillons n'étoit plus ſenſible dans cette expérience. Ce n'eſt pas que cette réunion ne ſubſiſtât encore en partie; car, vû la diſtance où nous venons de dire que s'étendoient les tourbillons de ces Aimans, il n'y a pas d'apparence que leurs tourbillons fuſſent totalement ſéparés: les couches intérieures de chaque tourbillon circuloient ſéparément autour d'un ſeul Aiman; mais les couches extérieures, qui n'agiſſent pas ſenſiblement ſur la

l'un de l'autre de l'épaiſſeur d'une carte. La limaille de fer qu'on ſeme deſſus, prend à peu près l'arrangement tracé dans la Fig. IV.

(*a*) Les vuides ſe forment, comme il a été dit, au moyen des ſecouſſes que l'on donne au papier, & j'ai obſervé que ces vuides s'étendent proportionnément à la quantité de matiere Magnétique qui s'éleve du pole, au-deſſus duquel chaque vuide ſe forme, & qu'ils ont par conſéquent certaines bornes déterminées, que les ſecouſſes réiterées ne reculent jamais.

limaille de fer, & dont cependant une aiguille de Bouffole, qui eft plus aifée à émouvoir, indique la préfence & la circulation, devoient fe confondre encore & tourbillonner enfemble.

XIX. On n'aura pas de peine à fe perfuader, que lorfque la réunion des tourbillons des deux Aimans eft auffi imparfaite, elle foit infuffifante pour occafionner la jonction des deux pierres; car alors la preffion que la matiere du tourbillon général exerce fur le tourbillon commun aux deux Aimans, devient inefficace à cet égard, & incapable de vaincre la réfiftance que leur pefanteur, ou d'autres caufes, oppofent à leur déplacement, parce qu'alors chaque Aiman fe confervant une partie confidérable de fon tourbillon, qui continue à circuler féparément autour de lui feul, ces écoulemens particuliers forment en *K*, entre les deux Aimans, une efpéce de cul-de-fac, que le furplus de la matiere de leurs tourbillons, qui s'eft confondue pour en faire un commun aux deux Aimans, recouvre & enveloppe, mais où elle doit céder plus facilement que par-tout ailleurs, à la preffion de la matiere du tourbillon général, qui par conféquent, agit en *K* fur les Aimans dans un fens qui tend à les écarter l'un de l'autre, ce qui balance l'action de fa preffion en *D* & en *E*, & la rend nulle, lorfque cette preffion en *K* eft confidérable. Elle l'eft plus, à proportion que les Aimans font plus éloignés l'un de l'autre. FIG. IV.

XX. Les corps qui poffédent un tourbillon de matiere Magnétique, ou qui font propres à en acquerir un, font les feuls qui puiffent être attirés par l'Aiman, puifque l'attraction Magnétique procede de la réunion des tourbillons des corps, entre qui elle s'exerce. M. Mufchenbroeck a fait une longue énumération de tous les corps que l'Aiman attire. Quant au fer, on conçoit que lorfqu'il eft à une jufte diftance d'un Aiman, il doit auffi l'attirer, & en être attiré. Car on fçait que le fer eft très-difpofé à s'aimanter, qu'on le regarde comme un Aiman imparfait, & que lorfqu'il eft dans la fphére d'activité d'une pierre d'Aiman, les

petits poils métalliques, dont ses pores sont revêtus, reçoivent de la matiere Magnétique qui les enfile, un arrangement propre à la faire tourbillonner autour du fer : or, tant que ce fer n'est qu'à une certaine distance de la pierre, le tourbillon qu'il acquiert, doit être confondu, & ne faire qu'un avec celui de l'Aiman; ce qui les met dans le cas de s'attirer réciproquement.

XXI. Dans les cas où les tourbillons d'un Aiman & d'un morceau de fer (on peut dire la même chose des deux Aimans voisins) ne sont pas assez intimement confondus ensemble pour que l'Aiman & le fer parviennent à se joindre, la pression de la matiere du tourbillon général sur leur tourbillon commun, ne laisse pas cependant que de tendre à les rapprocher, & elle les rapproche effectivement plus ou moins, selon le plus ou le moins de résistance des causes qui s'opposent à leur déplacement, & selon que la réunion de leurs tourbillons est plus ou moins complette. J'ai suspendu à un fil de soie de trois pieds de long, & très-délié, une aiguille Aimantée longue de deux pouces, par le sommet de sa chape; l'aiguille s'est dirigée selon le méridien Magnétique; elle rasoit la surface d'une table placée au-dessous, sur laquelle j'ai tracé une ligne droite dans le plan du Méridien Magnétique, où étoit l'aiguille; j'ai divisé cette ligne en pouces & lignes, à commencer du point qui répondoit au centre de l'aiguille, & à son point de suspension. J'ai placé à l'extrémité opposée de cette ligne, un Aiman, de façon qu'il présentât au pole le plus voisin de l'aiguille, son pole de différent nom; j'ai fait glisser l'Aiman sur la même ligne, en l'approchant peu à peu de l'aiguille, & je l'ai mené jusques à quatre pouces près, avant qu'elle ait commencé à s'ébranler. Mais l'Aiman étant à cette distance, le centre de l'aiguille s'est écarté un peu de la verticale qui passoit par son point de suspension, pour s'avancer vers l'Aiman; à de moindres distances, le centre de l'aiguille se soutenoit encore plus rapproché de l'Aiman en s'éloignant de plus en plus de cette verticale; &

enfin lorſque l'intervalle entre l'Aiman & le premier point de la ligne horiſontale tracée ſur la table, n'a plus été que de 2 $\frac{1}{2}$ pouces, l'aiguille a été ſe joindre à l'Aiman.

XXII. On pourroit objecter que comme la réunion des tourbillons de l'Aiman & de l'aiguille, devient d'autant plus complette, qu'ils ſont plus rapprochés l'un de l'autre, il en réſulte, que lorſque l'Aiman a une fois commencé à attirer l'aiguille aimantée, il devroit tout de ſuite l'amener juſques ſur lui; parce que pour peu que l'aiguille s'approche de l'Aiman, la réunion de leurs tourbillons en eſt plus parfaite, & cette réunion plus parfaite des tourbillons, devroit occaſionner un nouveau rapprochement; & ainſi alternativement, juſqu'à ce que l'aiguille ſe joindroit à l'Aiman, ce qui n'arrive point dans l'expérience précédente. Je ne diſconviens pas que cela ne dût effectivement arriver ainſi, ſans les obſtacles qui s'oppoſent à l'effet de la preſſion de la matiere du tourbillon général: mais il faut faire attention que dans cette expérience, à meſure que l'aiguille s'avance vers l'Aiman, elle réſiſte davantage par ſa gravité, à la force qui la pouſſe vers l'Aiman; car plus ſon centre eſt éloigné de la verticale, qui paſſe par ſon point de ſuſpenſion, & plus l'action de la gravité devient conſidérable, parce que la force qui la contrebalance, à ſçavoir la puiſſance qui tient l'aiguille ſuſpendue, (le fil de ſoie) agit avec moins d'avantage contre elle, à proportion que le centre de l'aiguille eſt écarté de la verticale. Par conſéquent, dans les divers éloignemens où l'aiguille ſe trouve à l'égard de l'Aiman, elle doit s'arrêter & ſe fixer, lorſque les deux forces qui agiſſent ſur elle en ſens contraires, à ſçavoir ſa gravité & la preſſion de la matiere du tourbillon général, ſont en équilibre. Selon ce que nous avons déja obſervé, plus l'Aiman & le fer ſont près l'un de l'autre, & plus la preſſion de la matiere du tourbillon général ſur leur tourbillon commun en *D* & en *E* eſt efficace; parce que la preſſion de cette matiere en *K*, en étant moins conſidérable, la contrebalance moins. Ainſi, lorſque l'action de l'une des Fig. IV.

deux forces contraires, qui agissent sur l'aiguille aimantée, augmente, celle de son antagoniste augmente aussi; & s'il arrive que, lorsqu'il n'y a qu'un certain intervalle entre l'aiguille & l'Aiman, l'équilibre est rompu & l'aiguille poussée jusques sur l'Aiman, c'est que ces deux forces contraires ne croissent pas dans la même proportion.

XXIII. On peut donc mettre en fait, que lorsqu'un Aiman a une fois commencé à attirer un morceau de fer, ce fer, s'il étoit absolument libre d'ailleurs, ne devroit pas s'arrêter qu'il ne fût joint à cet Aiman, puisque la cause de l'attraction doit devenir de plus en plus efficace, à mesure que le corps attiré s'approche. Ce résultat de mon sentiment sur la tendance mutuelle de l'Aiman & du fer l'un vers l'autre, l'est aussi du sentiment de ceux qui expliquent ce phénomene par la pression de l'air, ou de la matiere subtile. On vient de voir, que l'expérience précédente ne lui est aucunement défavorable; mais peut-être croiroit-on avoir des raisons suffisantes de ne pas l'admettre, dans les différentes positions que prend une aiguille de Boussole, à qui l'on présente le pole d'un Aiman, qu'on en approche peu à peu, en la conduisant sur une ligne perpendiculaire à celle de la direction naturelle de l'aiguille. Le pole de différent nom de l'Aiguille, ne se détourne pas tout-à-coup vers l'Aiman, mais pas à pas, à mesure qu'on avance l'Aiman, & cela jusqu'à ce qu'on l'amene à une certaine distance, où l'aiguille se dirige enfin selon la ligne de l'axe de l'Aiman prolongé. Mais il est à remarquer, que quoiqu'avant qu'il n'y eût qu'une telle distance entre l'aiguille & l'Aiman, elle en fût réellement attirée; c'est-à-dire, que la pression de la matiere du tourbillon général sur leur tourbillon commun tendît à les rapprocher, l'action de cette pression n'étoit cependant pas efficace; parce qu'étant moins considérable, à proportion que l'Aiman & l'aiguille, sur qui elle s'exerce, sont plus éloignés, & étant affoiblie d'ailleurs par la résistance que le pivot sur lequel l'aiguille est suspendue, oppose à son déplacement, elle étoit balancée par

l'action d'une autre puissance, qui agit en même tems sur l'aiguille, à sçavoir la matiere du tourbillon commun à l'Aiman & à l'aiguille, qui, en enfilant l'aiguille, tend à la mettre dans une position conforme à la direction de son courant; aussi l'aiguille en prend-elle de différentes, selon les différentes couches de ce tourbillon dans lesquelles elle se rencontre successivement; & on peut dire qu'alors la vertu directrice de l'Aiman l'emporte sur sa vertu attractive.

XXIV. J'ai cherché à disposer les choses dans l'expérience de l'attraction de l'Aiman & de l'aiguille, de façon que rien ne pût balancer la pression de la matiere du tourbillon général, sur leur tourbillon commun, comme il arrive dans celles mentionnées aux art. XXI. & XXIII. J'y suis parvenu, après quelques tentatives, & j'ai eu un résultat absolument conforme à mon hypothèse. J'ai rempli d'eau un grand bassin, où j'ai posé une aiguille ordinaire, qui surnageoit sur l'eau; j'ai placé ensuite une pierre d'Aiman à treize pouces de distance de l'aiguille, ce qui étoit à peu près la distance à laquelle cette pierre commençoit à agir sensiblement sur une aiguille de Boussole; l'aiguille s'est dirigée vers l'Aiman, & s'est avancée peu à peu jusque sur le bord du bassin, près duquel étoit l'Aiman. Dans le commencement, son mouvement étoit si lent, qu'à peine pouvoit-on le distinguer; mais il le devenoit moins, à mesure qu'elle s'approchoit de la pierre, ce qui vient de ce que la résistance que l'eau oppose au déplacement de l'aiguille, étant la même par-tout, l'attraction de l'Aiman est moins efficace, à proportion qu'elle s'exerce à de plus grandes distances. J'ai été curieux de connoître quel étoit le rapport des vîtesses de l'aiguille à différentes distances de l'Aiman. Lorsqu'elle a commencé à s'ébranler, son bout antérieur étoit à treize pouces de la pierre.

Pour parcourir le premier pouce, il a employé	120	secondes.
Pour le second	110	
Pour le troisiéme	78	
Pour le quatriéme	72	
Pour le cinquiéme	56	
Pour le sixiéme	44	
Pour le septiéme	28	
Pour le huitiéme	16	
Pour le neuviéme	12	
Pour le dixiéme	6	
Pour le onziéme	3	
Pour le douziéme & le treiziéme	1	
Total du tems employé par l'aiguille à parcourir 13. pouces	546″ ou 9′ 6″.	

Cette experience fournit un moyen pour évaluer la force respective des différentes couches du tourbillon d'un Aiman, pour reconnoître si sa vertu est la même en différentes saisons, pour comparer les forces de deux Aimans, &c.

XXV. Une preuve que c'est effectivement la réunion des tourbillons de l'Aiman & du fer, qui occasionne leur attraction réciproque, c'est qu'un Aiman attire plus aisément un morceau de fer d'une certaine pesanteur, si ce fer est propre d'ailleurs à acquérir un tourbillon Magnétique bien fourni & bien étendu, qu'un morceau de fer plus leger, qui n'a pas de dispositions si avantageuses pour faire tourbillonner la matiere Magnétique autour de lui: aussi lorsque deux Aimans sont disposés de façon que leurs poles de différens noms ne sont pas à portée l'un de l'autre, loin de s'attirer, ils se repoussent réciproquement, parce que dans ce cas, leurs tourbillons ne se mêlent point ensemble; & comme alors ils se trouvent resserrés dans des bornes étroites du côté qu'ils s'avoisinent, ils doivent tendre à s'éloigner l'un de l'autre. On verra ci-après, art. LX. & LXI. que malgré la proximité des Aimans, leurs tourbillons ne se confondent pas dans certaines circonstances.

CHAPITRE III.

De la propriété qu'a l'Aiman de lever le Fer.

XXVI. LA propriété qu'a l'Aiman de lever le fer, est une dépendance de sa vertu attractive ; car de ce qu'un Aiman attire un morceau de fer, il résulte qu'il l'enlevera, & le soutiendra, si la pesanteur du fer est moindre que la force attractive de l'Aiman. Mais on sent bien qu'une force suffisante pour attirer un morceau de fer qu'on rend facile à être ébranlé, en le suspendant ou autrement, ne le sera pas pour le porter, si ce fer a une certaine pesanteur. Aussi on doit s'attendre à voir le plus souvent la réunion la plus parfaite des tourbillons de l'Aiman & du fer, qu'on lui présente à soutenir, inefficace à cet égard, ou n'opérer l'effet qu'on en attend, que lors du concours & à l'aide de certaines dispositions favorables.

XXVII. Ces dispositions favorables, dont un Aiman emprunte sa force, sont l'abondance de la matiere de son tourbillon, & sur-tout, l'union des filets qui le composent; plus ils sont pressés, & plus il porte pesant de fer : aussi réussit-on à multiplier prodigieusement sa force, lorsqu'on lui donne une armure, parce que le fer appliqué convenablement sur un Aiman, est propre à ramasser, à réunir les filets de son tourbillon. Les expériences suivantes, répandront quelque jour sur cette matiere.

XXVIII. J'ai couché sur le côté une pierre d'Aiman armée, en sorte que les deux pieds de son armure fussent dans le même plan horisontal. J'ai placé au-dessus une feuille de papier *D D*, sur laquelle j'ai semé de la limaille de fer, & cette limaille s'est arrangée en forme d'une multitude de courbes, qui se réunissoient de part & d'autre, aux endroits du papier qui répondoient aux pieds de l'armure de l'Aiman ; j'ai ensuite ôté la feuille de papier pour Fig. V.

Fig. VI. appliquer contre les pieds de l'armure la piece de fer *G*, qui en fait partie, & l'ayant remise (la feuille de papier) après à sa place, il s'y est encore formé quelques courbes de limaille, mais en beaucoup moindre quantité, & qui étoient infiniment moins distinctes que la premiere fois. J'ai fait la même expérience, en disposant autrement la pierre d'Aiman, de façon que les pieds de son armure regardassent en haut, & j'ai eu les mêmes résultats. La limaille répandue sur la feuille de papier, que je soutenois dans une position horisontale, à côté & tout joignant les pieds de l'armure, ne formoit qu'un petit nombre de courbes assez confuses, quand le fer *G* étoit sur les pieds de l'armure; au lieu que quand il en étoit ôté, les courbes devenoient régulieres, & se multiplioient en s'étendant au loin sur la feuille de papier. Il résulte de ces faits, que le fer *G* empêche les filets de matiere Magnétique, dont les courbes de limailles sont les traces visibles, de s'écarter au loin, non-seulement au-dessous, mais même à côté des pieds de l'armure, parce que ses pores sont comme autant de canaux, où ces filets, quoique plus ramassés & plus réunis, coulent encore plus librement que dans l'air; & l'on va voir que leur force en augmente à un point considérable.

XXIX. Après avoir remis la pierre d'Aiman dans sa situation naturelle, j'ai présenté à l'un des pieds de son armure, le bout superieur d'un brin de fil de fer, gros comme le petit doigt, & long d'environ deux pieds, que je tenois verticalement, & que l'Aiman n'a pû soutenir; mais ayant ajusté le fer *G* sous les pieds de l'armure, de façon que
Fig. VII. l'un des pieds débordât le fer *G*, & placé en *A* dans l'angle formé par le pied de l'armure, & le fer *G*, le bout supérieur du même fil de fer *B*, il s'y est attaché alors. Les faits énoncés dans l'article précédent, nous aident à développer la cause de la différence de ces deux résultats. Quand le fer *G* est adhérant à l'Aiman, les filets de son tourbillon ne s'en écartent pas beaucoup; ils se rendent pour la plûpart directement, & par le chemin le plus court, du pied de

l'armure dans le fer *G*, ou du fer *G* dans le pied de l'armure. Ils doivent, par conséquent, être fort ramassés & fort pressés en *A*, dans l'angle formé par le fer *G*, & le pied de l'armure où ils ont à traverser le bout du fil de fer *B*; & il paroît qu'ils doivent être d'autant plus capables de le soutenir, qu'ils se trouvent plus réunis. Il n'en est pas de même quand le fer *G* n'est pas appliqué à l'armure de l'Aiman; car alors les filets de matiere Magnétique n'ayant rien qui les retienne, s'écartent à leur ordinaire, & s'étendent au loin, en se rendant d'un pied de l'armure à l'autre, & même une grande partie de ces filets se détournent alors, pour circuler tout le long du fil de fer *B*; d'où il arrive que la matiere Magnétique trop divisée & trop dispersée, manque de force pour soutenir le même fer, qu'elle porte lorsqu'elle est ramassée.

J'ai fait cette expérience d'une façon encore plus précise, & qui fait voir à quel point se multiplie la force des filets Magnétiques, que le fer *G*, placé convenablement, tient réunis. J'ai présenté à l'un des pieds de l'armure, la table d'acier *T*, dont il est fait mention à l'art. XXXII. & à laquelle j'avois ajusté un plateau *S* de trebuchet. Contre l'autre pied de l'armure, étoit placé le fer *G*, de façon que le fer *G* & l'acier *T* se touchoient; j'ai mis alors des poids les uns après les autres dans le plateau *S*, jusques à ce que l'Aiman ait cessé de retenir l'acier *T*, & il a soutenu jusques à dix-huit onces, sans lâcher prise: ayant ensuite ôté le fer *G*, & laissé l'acier *T* appliqué tout seul contre le pied de l'armure de l'Aiman, un poids de deux onces dans le plateau, a suffi pour détacher l'acier *T*. FIG. VIII.

XXX. En effet, il est aisé de concevoir que l'union ou la dispersion des filets du tourbillon d'un Aiman peuvent influer beaucoup sur sa force: car on peut assez naturellement présumer, que les élémens de la matiere Magnétique, quelque figure qu'on veuille leur supposer, ont entre eux une certaine cohérence, qui les attache les uns aux autres, & les fait résister à une force quelconque, qui tendroit à

les séparer. Quand cette force étrangere, qui tend à les séparer, par exemple, la pesanteur du fer qu'on applique contre un Aiman, est moindre que leur cohérence, que la force qui les unit ensemble, l'Aiman soutient le fer; quand c'est le contraire, l'Aiman lâche prise. Or il est évident, que si ces filets de matiere Magnétique sont rassemblés en grand nombre, réunis & serrés les uns contre les autres, la cohérence de leurs élémens en deviendra d'autant plus difficile à vaincre, la pesanteur du fer trouvant plus de parties à diviser, & dont l'union en tout sens augmente la résistance; au lieu que la pesanteur du fer doit agir avec un grand avantage contre les filets de matiere Magnétique, lorsqu'ils sont séparés & écartés les uns des autres, parce qu'elle agit alors sur chacun d'eux séparément. Il en est de ces filets de matiere Magnétique, comme de deux
Fig. IX. cordes *A* & *C*, qui soutiennent un corps pesant *B*. Si on défile la corde *A* en une infinité de petits filets *a a a*, &c. & qu'on les applique à différens points du corps *B*, il est certain que ces petits filets ainsi séparés, ne seront pas aussi forts, que lorsqu'ils ne composoient tous ensemble qu'une seule corde; & le poids *B* peut être tel, que quoique les cordes *A* & *C* fussent assez fortes pour les soutenir, il soit cependant capable de rompre les uns après les autres les filets *a a a*, &c. & ensuite la corde *C*.

XXXI. Au reste, ce que j'ai avancé au sujet des routes que suivent les divers filets du tourbillon de l'Aiman, dans les deux cas de l'expérience détaillée dans l'art. XXIX. n'est pas une pure supposition; il ne m'a pas été difficile de suivre leur marche, & de me la rendre sensible. J'ai étendu
Fig. X. horisontalement l'Aiman auquel j'avois appliqué le fer *G*, & le brin de fil de fer *B*, & mis une feuille de papier *D D* au-dessus; la limaille de fer que j'y ai répandue, n'a pris aucun arrangement bien régulier, on appercevoit seulement aux environs de l'Aiman quelques arcs de courbes interrompues; ce qui indique que la plus grande partie de la matiere Magnétique couloit en dedans du fer *G*. Mais

l'ayant ensuite ôté, la limaille s'est rangée en une multitude de courbes, qui, partant du pied *A* de l'armure, & de tous les points qui répondoient à une longueur *A B*, d'environ six pouces de la partie du fil de fer la plus voisine de l'Aiman, alloient aboutir au pied opposé de l'armure.

XXXII. J'ai employé encore un autre moyen, par lequel j'ai reconnu que le fer *G* empêche non-seulement la matiere Magnétique de s'étendre & de s'écarter dans l'air, mais même de se détourner en aussi grande quantité, pour circuler dans un autre fer, tel que *B*, qui est suspendu par une de ses extrémités au pied de l'armure, contre & joignant le fer *G*. J'ai fait polir une petite table d'acier de dix à onze lignes de long, de sept de large, & d'une d'épaisseur, & dont une des tranches étoit arrondie : j'ai appliqué à l'un des pieds de l'armure de l'Aiman cet acier *T*, par sa tranche arrondie, & à la tranche inférieure de l'acier, un brin de fil de fer *V* de sept à huit pouces de long; l'acier *T* est demeuré attaché contre le pied de l'armure, & le fil de fer contre l'acier *T*. Mais ayant aussi appliqué à l'autre pied de l'armure le fer *G*, de façon que le fer *G* & l'acier *T* se touchassent; le fil de fer *V* s'est détaché dans le moment de l'acier, qui a lâché prise; ce qui indique qu'une partie de la matiere Magnétique qui passoit en *X* au point de contact de l'acier *T* & du fil de fer, a cessé d'y circuler quand on a appliqué le fer *G* à l'aiman, & par conséquent que la matiere Magnétique est déterminée par sa direction à passer préférablement dans le fer, qui la mene par le plus court chemin au pole de l'Aiman, où elle doit se rendre, que dans tout autre fer, qui la détourne & l'en éloigne. Fig. XI.

XXXIII. J'ai fait la même épreuve d'une maniere encore plus simple. J'ai présenté à l'un des pieds de l'armure de l'Aiman un brin de fil de fer de trois pouces de long, où il est resté suspendu; j'ai trempé alors son bout inférieur dans un tas de limaille, & il s'en est chargé considérablement. Ayant ensuite ajusté le fer *G* contre les pieds

de l'armure, en ſorte qu'il touchât le bout ſupérieur du fil de fer, l'inférieur a laiſſé tomber une bonne partie de la limaille dont il s'étoit chargé; en cet état, je l'ai replongé de nouveau dans le tas de limaille, & il n'en a pas enlevé davantage. Il eſt à propos dans cette derniere expérience, d'employer par préférence un brin de fil de fer qui ſoit court, car plus il eſt long, & moins il eſt propre à ſe charger de limaille, & par conſéquent la différence en quantité, de celle qui s'y attache dans les deux cas de l'expérience, eſt moins ſenſible. De plus, il eſt à obſerver, que ſi le bout qu'on plonge dans la limaille eſt bien limé & arrondi, il n'en enleve preſque point, au lieu qu'elle s'y attache en quantité, ſi ce bout a beaucoup d'inégalités, comme lorſqu'il a été caſſé.

XXXIV. Il y a une induction importante à tirer des obſervations précédentes; à ſçavoir que lorſqu'un morceau de fer qui a quelque longueur, reſte ſuſpendu verticalement à l'un des pieds de l'armure de l'Aiman, les filets de matiere Magnétique, qui enfilent ce fer dans ſa longueur, ne contribuent que fort peu à le ſoutenir : car nous avons vû dans l'art. XXIX. qu'un Aiman qui manquoit de force pour porter un brin de fil de fer, quand la matiere Magnétique y circuloit abondamment & le parcouroit dans ſa longueur, le ſoutenoit au contraire, quand au moyen du fer *G*, on retenoit la plus grande partie de la matiere Manétique dans des bornes fort reſſerrées, & qu'on l'empêchoit de ſe détourner pour pénétrer trop avant dans ce fil de fer; d'où l'on doit inferer, qu'un morceau de fer tel que le fil de fer *B*, eſt principalement retenu par les filets du tourbillon de l'Aiman, qui ſe rendent tout droit & par le chemin le plus court, ſans ſe déſunir beaucoup, d'un pied de l'armure à l'autre, & traverſent en paſſant la partie de ce fer, qui eſt contiguë au pied de l'armure : & en effet, les filets de matiere Magnétique, qui circulent au-delà dans ce fer, lorſqu'il eſt ainſi ſuſpendu, ne ſçauroient manquer d'être très-déſunis, parce qu'ils y entrent ou en ſortent, les

* Voyez les art. XXIX. & XXXI.

Fig. VII.

uns plus haut les autres plus bas, par tous les pores qui se rencontrent dans la longueur du fer qu'ils parcourent; ce qui ne peut se faire, sans qu'ils ne se séparent & ne s'écartent les uns des autres, dans l'espace considérable qui se rencontre entre le fer & le pied opposé de l'armure, lequel ils ont à traverser; & il est évident, qu'ainsi détachés & écartés les uns des autres, ils ne peuvent avoir qu'une force infiniment inférieure à celle des filets qui sont rassemblés & réunis. Une expérience assez curieuse, dont je vais rendre compte, concourt à établir ce que j'avance à ce sujet.

XXXV. J'avois appliqué à l'un des pieds de l'armure de l'Aiman, la table d'acier *T*, dont j'ai parlé à l'art. XXXII. & à la tranche inférieure de l'acier *T*, un ciseau de fer *V*, long d'environ cinq pouces; l'Aiman retenoit le tout. J'avois encore suspendu à l'acier *T*, au moyen d'un petit trou pratiqué en *x*, un plateau de trebuchet *S*, dans lequel je mis autant de petits poids de cuivre que l'Aiman en put soutenir sans lâcher prise : ayant alors détaché le ciseau *V* d'avec l'acier *T*, & l'ayant placé dans le plateau *S*, je vis, avec quelque surprise, que l'Aiman abandonnoit l'acier *T*, & ce fut en vain que je tâchai de le lui faire soutenir, chargé comme il étoit du plateau, où étoient les poids de cuivre, & le ciseau de fer *V*. Ce n'étoit là cependant que ce qu'il avoit porté en premier lieu, lorsque le ciseau *V* étoit appliqué immédiatement à l'acier *T*. Comment la transposition de ce ciseau pouvoit-elle occasionner un pareil changement? c'est ce que je vais expliquer. Si, conformément à l'énoncé de l'article précédent, on fait attention que les filets du tourbillon de l'Aiman, qui traversent de haut en bas, ou de bas en haut l'acier *T*, ne contribuent point, ou presque point à le soutenir, & que lorsque le ciseau *V* est appliqué en *X* à l'acier *T*, il n'y a que ces mêmes filets qui traversent l'acier *T* en *X* qui puissent l'y retenir : on concevra que les filets de matiere Magnétique qui soutiennent l'acier *T*, & qui sont ceux qui le traversent en *z*, en se rendant d'un pied de l'armure à l'autre, ne doivent guères le

trouver plus pésant, lorsque le ciseau *V* y est attaché en *x*, que s'il ne l'y étoit pas, parce que le ciseau de fer est uniquement soutenu par des filets du tourbillon, qui ne contribuent presque en rien à soutenir l'acier *T*; & qu'ainsi, quoique le ciseau *V* soit adhérent à l'acier *T*, les filets de matiere Magnétique qui portent l'acier *T*, ne sont chargés que de l'acier *T* du plateau *S*, & des petits poids de cuivre; au lieu que quand le ciseau *V* est détaché de l'acier *T*, & placé dans le plateau *S*, les filets de matiere Magnétique qui soutenoient auparavant ce ciseau, n'agissent plus sur lui; il devient un surcroit de charge pour ceux qui soutiennent l'acier *T*, qui étant déja chargés de tout ce qu'ils sont capables de porter, doivent succomber & lâcher prise.

XXXVI. J'avouerai que lorsque j'entrepris cette expérience, je m'attendois à un résultat tout opposé; j'étois prévenu que le ciseau de fer, appliqué contre l'acier *T*, ne pouvoit manquer de détourner une partie de la matiere Magnétique, qui, en se rendant d'un pied de l'armure à l'autre, passoit à travers la tranche *z* de l'acier *T*; d'où il devoit arriver que l'Aiman auroit plus de peine à le soutenir, lorsque le ciseau seroit adhérent à l'acier *T*, que lorsqu'il seroit mis dans le plateau *S*. Le succès de l'expérience peu favorable à ma conjecture, me donna lieu de chercher à m'assurer de quelque façon sensible, si elle étoit juste ou non: l'épreuve suivante me satisfit à cet égard, & me détrompa. J'appliquai l'acier *T* contre un des pieds de l'armure de l'Aiman, & je jettai de la limaille de fer sur la tranche *z*, celle qui regarde en dedans, & elle s'y attacha en grande quantité. Je présentai alors la tête du ciseau de fer à la tranche inférieure de l'acier en *x*. Si le ciseau avoit détourné de la matiere Magnétique qui passe par la tranche *z*, elle auroit abandonné une partie de la limaille qui y étoit collée; mais il ne s'en détacha point du tout: ce qui fait voir qu'il ne passe dans le ciseau de fer, que les seuls filets de matiere Magnétique, qui traversoient la tranche inférieure *x* de l'acier *T*, même avant qu'on l'y eût appliqué.

XXXVII.

XXXVII. On sçait que la maniere de faire soutenir le fer par un Aiman, en l'appliquant à l'un des pieds de son armure, dont nous avons seulement fait mention jusqu'ici, n'est pas la plus avantageuse : un Aiman porte bien plus pesant, lorsque les deux pieds de son armure touchent le fer ; ce qui doit être effectivement, selon le sentiment que j'expose : car alors le fer se trouve placé dans le plus fort du courant Magnétique ; une grande quantité de filets s'y rassemblent, & circulent le long de ses pores, & ces filets passant immédiatement d'un pied de l'armure dans le fer, & du fer dans l'autre pied de l'armure, sans traverser l'air, ne sçauroient se séparer, ni se désunir le moins du monde, & ils conservent par conséquent toute la force dont ils sont capables.

XXXVIII. Tous ces faits concourent à établir, que la force d'un Aiman réside dans les filets de la matiere Magnétique, qui tourbillonnent autour, & que cette force est d'autant plus considérable que ces filets sont plus ramassés & plus réunis : l'air, la matiere subtile, & mille autres causes étrangeres n'y sont pour rien ; la disposition seule du fer qu'on applique à l'Aiman, peut y influer en quelque chose, en ce qu'il peut être plus ou moins propre à réunir les filets de son tourbillon. En effet, j'ai remarqué plusieurs fois, qu'un gros fil de fer que j'avois d'abord essayé en vain de suspendre à l'un des pieds de l'armure d'un Aiman, s'y attachoit ensuite, quand j'avois donné quelques coups de marteau sur le bout de ce fil de fer ; apparemment parce que les coups de marteau disposoient ses pores de façon que la matiere Magnétique y trouvoit des routes plus régulieres, où elle étoit plus réunie, & par où elle passoit en plus grande quantité. M. Du Fay a conclu aussi, d'après certaines expériences qui sont détaillées dans les Mémoires de l'Académie, * que le degré de vertu d'un des bouts d'une aiguille aimantée, fait qu'elle est plus ou moins attirée par un Aiman. Or le degré de vertu qu'une aiguille peut

* An. 1731, p. 423.

avoir, dépend de la disposition plus ou moins avantageuse de ses parties.

XXXIX. La plûpart des Physiciens ont prétendu, que dans les climats Septentrionaux, celui des poles d'un Aiman qui se dirige au Nord, leve plus de fer que l'autre, & que la proximité du pole Boreal de la terre en étoit la cause: cependant le fait n'est rien moins que certain. M. Du Fay, qui a cherché à le vérifier, a trouvé, par des expériences concluantes, quoique délicates, * que dans différens Aimans ce n'étoit pas toujours les poles de même nom qui étoient les plus forts; que celui qui se dirige au Sud, l'emportoit quelquefois sur l'opposé, & que ces différences venoient de la disposition des parties internes des Aimans, dont un des poles peut être plus propre que l'autre à rassembler & à réunir la matiere Magnétique, & cela indifféremment à l'égard de l'Austral & du Boreal.

* Mém. Académiq. 1731. p. 417.

XL. Avant de quitter de vûe l'objet présent, il est à propos d'examiner ici, pourquoi un corps mince, tel qu'une feuille de papier, interposé entre l'Aiman & le fer, qu'on lui présente à soutenir, diminue très-considérablement la vertu de l'Aiman; ensorte que tel Aiman qui porte deux livres de fer lorsqu'il lui est appliqué immédiatement, en portera à peine une once, s'il y a une simple feuille de papier entre deux: en voici la raison. Le fer, par sa disposition, est propre à réunir les filets de matiere Magnétique; & au moyen de cela, l'Aiman a un grand avantage pour retenir le fer qu'on y applique immédiatement, parce que les filets Magnétiques qui se rendent de l'Aiman dans le fer, sans passer dans l'air, ni à travers aucun autre corps étranger, ne sçauroient s'écarter ni se désunir, & que c'est dans leur union que consiste leur force. Mais le papier n'a pas la même propriété que le fer; ses pores présentent des passages en tout sens aux filets de matiere Magnétique, qui, pressés dans l'Aiman, s'écartent les uns des autres en traversant l'épaisseur du papier; &, quoiqu'après s'être rendus du papier dans le fer, ils s'y réunissent de nouveau, leur

désunion dans l'épaisseur du papier, ne laisse pas de diminuer leur force de beaucoup; c'est-là leur endroit foible, c'est par-là qu'ils cédent à la pesanteur du fer, qu'ils eussent aisément porté, s'ils eussent passé immédiatement de l'Aiman dans le fer.

CHAPITRE IV.

De la Direction de l'Aiguille aimantée.

XLI. Lorsqu'un morceau de fer est aimanté, les petits poils dont ses pores sont hérissés, sont tous ou presque tous couchés dans le même sens, en sorte que la matiere Magnétique ne peut s'y introduire que par un seul bout; & si ce morceau de fer est disposé de façon à prendre toutes sortes de positions, comme l'est une aiguille de Boussole posée sur son pivot, il est sensible que la matiere Magnétique lui en donnera une conforme à la direction de son courant, parce que tant qu'il seroit dans toute autre position, il ne manqueroit pas d'être agité & baloté par cette matiere, qui heurteroit vainement contre sa superficie, sans pouvoir la pénétrer, & qu'il ne s'arrêteroit que lorsqu'il ne feroit plus obstacle à son courant, c'est-à-dire, lorsque son axe coincideroit avec la ligne que parcourt la matiere Magnétique.

XLII. Quoiqu'on s'accorde assez généralement à reconnoître dans la matiere Magnétique, cette propriété de disposer conformément à sa direction tout fer aimanté, & par conséquent tout Aiman, lorsqu'ils sont dans une situation qui leur permet de céder à son courant; je m'attacherai cependant encore à l'établir ici, en faisant voir qu'elle rend raison le plus naturellement du monde, d'un phénomene qu'on a crû donner atteinte à l'existence du tourbillon Magnétique. Il s'agit d'une espéce de mouvement

progreſſif, qu'une pierre d'Aiman qu'on paſſe ſous un carton garni de limaille de fer, communique à cette limaille, & qui eſt toujours en ſens contraire de celui de la pierre, quel que ſoit celui des poles de cette pierre qui ſoit l'antérieur. Suivons cette expérience dans toutes ſes circonſtances.

XLIII. Si ſur un Aiman dont l'axe eſt dans une poſition horiſontale, on place un carton garni de limaille de fer, en obſervant de ne le ſecouer aucunement, les molécules de limaille, qui ſont naturellement oblongs, ou qui le deviennent aiſément, parce que la matiere Magnétique qui les enfile alors, en joint toujours pluſieurs enſemble bout à bout; ces molécules, dis-je, s'élevent ſur un de leurs bouts en deux endroits différens du carton, qui ſont ceux qui répondent aux poles de l'Aiman. On diſtingue au centre de chacun de ces endroits un point, où le molécule de limaille qui s'y rencontre, eſt exactement perpendiculaire, tandis que ceux qui ſont autour à une certaine diſtance, ſe ſoutiennent ſous une inclinaiſon plus ou moins grande, ſelon qu'ils en ſont plus ou moins éloignés, & dans un ſens qui tend à écarter leur extrémité ſupérieure d'une ligne verticale qui paſſeroit par ce point. On ſe mettra au fait de cette diſpoſition de la limaille, en jettant
Fig. XIII. les yeux ſur la Fig. XIII. où les molécules *E*, *e*, dont chacun eſt au centre d'un de ces endroits qui répondent aux poles de l'Aiman *P*,*P*, ſont perpendiculaires au plan du carton *ML*, & où les molécules *A*,*B*,*C*,*D*, *a*,*b*,*c*,*d*, qui ſont aux environs de ce centre, s'inclinent en dehors, & d'autant plus qu'ils en ſont à une plus grande diſtance.

XLIV. La cauſe de cet effet ne paroîtra pas équivoque, pour peu qu'on faſſe attention au cours de la matiere Magnétique, qui, en ſortant par un des poles de la pierre d'Aiman, ſe diviſe en pluſieurs filets qui s'écartent les uns des autres en forme de balai ou de gerbe, & ſe réuniſſent enſuite ſous la même forme, pour y entrer par le pole oppoſé : les divers molécules de limaille ont une poſition

ſi conforme à la direction des routes que ſuivent les divers filets de matiere Magnétique, qu'on reconnoît ſenſiblement qu'ils la tiennent d'elle.

XLV. Maintenant, ſi le carton reſtant immobile, on fait mouvoir la pierre d'Aiman de *L* vers *M*, les molécules de limaille décriront autour de leur bout inférieur des arcs de cercle en ſens contraire de *M* vers *L*; en ſorte que les molécules *A*, *a*, par exemple, après s'être relevés peu à peu, juſqu'à devenir perpendiculaires, s'inclineront enſuite de plus en plus vers *L*, à meſure que l'Aiman s'avancera vers *M*. La raiſon s'en préſente d'elle-même; on voit que ces molécules *A*, *a*, ainſi que les autres, au moyen du tranſport de la pierre d'un bout du carton à l'autre, ſe trouvent ſucceſſivement dans le courant des filets de matiere Magnétique, *PA*, *PB*, *PE*, *PC*, & *Pa*, *Pb*, *Pe*, *Pc*, &c. & doivent en recevoir conſécutivement des inclinaiſons différentes, conformes à la direction de ces différens filets de matiere Magnétique, & qui ſont telles que les bouts ſupérieurs de ces molécules, ſont menés d'avant en arriere de *M* vers *L*.

XLVI. Il eſt évident que, quel que ſoit le pole de la pierre d'Aiman qui ſoit l'antérieur, la direction du mouvement de la limaille doit toujours être la même, & en ſens contraire au mouvement de la pierre; parce que les routes que parcourent les filets de matiere Magnétique de ſon tourbillon, s'écartent également en forme d'éventail, tant vers le pole d'entrée, que vers le pole de ſortie; & qu'en quelque ſens qu'on meuve la pierre, ils ſe dirigent tant en avant qu'en arriere, ſous de ſemblables degrés d'inclinaiſon & dans le même ordre.

XLVII. Il réſulte néceſſairement de mon explication, & l'expérience le confirme, qu'à chaque fois qu'on promene la pierre d'Aiman ſous le carton d'un bout à l'autre, tout le mouvement progreſſif qu'un même molécule de limaille en peut recevoir, ne ſçauroit aller au-delà de deux pas, ou de deux demi-révolutions que décrit le molécule;

la premiere, ſur l'une de ſes extrémités, lorſqu'il ſe trouve dans la gerbe Magnétique (*a*) du pole antérieur de l'Aiman, & la ſeconde ſur l'autre de ſes extrémités, lorſqu'il vient à ſe rencontrer dans la gerbe Magnétique du pole poſtérieur de l'Aiman : il eſt néceſſaire pour cela, que l'axe de l'Aiman qu'on paſſe ſous le carton, ſoit parallele au plan du carton; car lorſqu'il lui eſt perpendiculaire, il n'y a plus que la gerbe Magnétique, du pole ſupérieur de l'Aiman,
Fig. XIV. qui s'éleve au-deſſus du carton, & qui puiſſe y agir ſur la limaille de fer qui y eſt répandue : auſſi dans ce cas, à chaque paſſage de l'Aiman ſous le carton, un même molécule de limaille ne peut s'avancer que d'un pas; il ne peut décrire qu'une ſeule demi-révolution autour d'une de ſes extrémités, laquelle eſt auſſi toujours en ſens contraire à la direction du mouvement de la pierre, quel que ſoit celui de ſes poles, le Boreal ou l'Auſtral, qui ſoit le ſupérieur.

XLVIII. En tournant cette expérience un peu différemment, j'ai obſervé une nouvelle eſpéce de mouvement progreſſif, que la pierre d'Aiman communique à la limaille de fer, & qui eſt toujours dans le même ſens que le mouvement de la pierre. L'explication que je viens de donner du mouvement progreſſif de la limaille en ſens contraire, s'applique ſi naturellement à celui-ci, qu'elle en tire un nouveau degré de probabilité. J'ai ſuſpendu au-deſſus d'un carton, où j'avois ſemé de la limaille de fer, une pierre d'Aiman à la diſtance d'environ trois lignes du carton, en mettant ſon axe dans une poſition horiſontale; & j'ai remarqué qu'aux deux endroits du carton, qui répondoient aux poles de l'Aiman, les molécules de limaille ſe tenoient élevés ſur une de leurs extrémités, à chacun deſquels endroits je diſtinguois comme un centre, où le molécule qui s'y rencontroit étoit perpendiculaire au plan du carton, & vers lequel, tous ceux qui étoient autour à une certaine

(*a*) J'appelle Gerbe Magnétique d'un pole d'un Aiman, le faiſceau, l'aſſemblage des filets de matiere Magnétique, qui ſont réunis, lorſqu'ils y entrent, & lorſqu'ils en ſortent.

diſtance, s'inclinoient plus ou moins, ſelon qu'ils en étoient plus ou moins éloignés.

XLIX. L'arrangement de la limaille dans cette expérience, eſt le même qu'elle prend dans celle où le carton ſe trouve au-deſſus de l'Aiman, avec cette unique différence, que dans celle-là, l'extrémité ſupérieure des molécules inclinés, tend à s'écarter de celui du centre, au lieu que dans celle où le carton eſt placé ſous l'Aiman, l'extrémité ſupérieure de ces molécules, s'abbaiſſe vers le molécule du centre, ainſi que le repréſente la Fig. XIII. où il eſt aiſé de remarquer, que l'inclinaiſon des molécules *H*, *I*, *O*, *Q*, *h*, *i*, *o*, *q*, du carton *R S* inférieur à la pierre d'Aiman, quoique contraire à celle des molécules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. du carton ſupérieur *M L*, n'en eſt pas moins conforme à la direction des routes que parcourent les divers filets de matiere Magnétique, dans le courant deſquels ils ſe trouvent; ou plutôt, que l'une eſt relative à l'autre, & que ce que cette diſpoſition des molécules *H*, *I*, *O*, *Q*, &c. a de contraire à celle des molécules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. vient uniquement des différentes ſituations des cartons *R S* & *M L*, à l'égard de la pierre, au moyen de laquelle les filets de matiere Magnétique, conſiderés aux endroits où ils s'élevent au-deſſus des cartons, & qui ſont ceux où ils rencontrent la limaille, tendent à s'écarter les uns des autres, dans l'expérience où le carton eſt mis au-deſſus de l'Aiman; au lieu qu'ils tendent à ſe raſſembler, dans celle où le carton eſt placé ſous l'Aiman.

L. Auſſi, ſi l'on réunit ces deux expériences ſous le même point de vûe, concevant qu'elles ont été faites toutes les deux à la fois, avec la même pierre d'Aiman poſée entre les deux cartons, l'on ne peut manquer de s'appercevoir, que les molécules de limaille, tant du carton inférieur que du ſupérieur, tendent tous par celle de leurs extrémités qui regarde la pierre, vers celui de ſes poles aux environs duquel ils ſe trouvent, & qu'ils s'y dirigent conformément aux routes des filets de matiere Magnétique, qui viennent

tant d'en haut que d'en bas, lesquelles routes, en se rapprochant de plus en plus les unes des autres, vont toutes aboutir de part & d'autre aux poles de l'Aiman.

LI. Si on me demande comment la matiere Magnétique parvient à relever les molécules de limaille, qui naturellement seroient étendus tout de leur long sur le carton, je dirai que, trouvant plus de facilité à se mouvoir dans le fer que dans l'air, elle les traverse dans toute leur longueur: les molécules sont alors aimantés, & ont actuellement des poles comme tout Aiman, par un desquels la matiere Magnétique entre, pour sortir par l'autre : ce qui le confirme, c'est que,

1°. Ces molécules sont attirés jusques sur l'Aiman, & se détachent du carton pour s'aller coller au pole de la pierre, lorsqu'ils n'en sont qu'à une certaine distance, du moins ceux du carton inférieur; car pour ceux du carton supérieur, il n'y a pas moyen, parce qu'il se trouve interposé entre la pierre & la limaille.

2°. Il arrive souvent, qu'au moyen de l'Aiman placé au-dessus ou au-dessous du carton, plusieurs molécules s'ajustent les uns au bout des autres, & en composent ainsi un de plusieurs piéces.

3°. Si l'on présente à ceux de ces molécules qui se tiennent élevés sur un de leurs bouts, aux environs de l'un des poles de l'Aiman, le pole opposé d'un autre Aiman, ils se dresseront davantage; & si on leur présente le pole de même nature de cet autre Aiman, ils se coucheront sur le carton; ce qui est une marque sensible que ces molécules ont alors des poles comme tout Aiman, lesquels fuient aussi ceux de même nom, & recherchent ceux de dénomination différente.

LII. Je passe aux circonstances de la derniere expérience, qui concernent la nouvelle espéce de mouvement progressif de la limaille, que j'ai annoncé. J'ai conduit la pierre d'Aiman de *S* vers *R*, en la soutenant toujours à la même distance, au-dessus du carton, d'environ $\frac{1}{4}$ de pouce; & alors

& alors les molécules de limaille ont décrit autour de leur bout inférieur, des demi-cercles auſſi de *S* en *R*, dans le même ſens, enſorte que le molécule *H*, par exemple, après s'être redreſſé peu à peu, s'eſt enſuite incliné de plus en plus vers *R*, à meſure que l'Aiman s'avançoit du même côté *R*. Il eſt viſible que ce molécule *H*, (& il en eſt de même des autres,) dans les diverſes poſitions qu'il a eues conſécutivement, n'a fait que ſe diriger conformément aux routes *PH*, *PI*, *PN*, *PO*, &c. que parcourent les divers filets de matiere Magnétique, dans le courant deſquels il s'eſt rencontré ſucceſſivement, au moyen du tranſport de la pierre.

LIII. Au reſte, il eſt indifférent pour le réſultat de cette expérience, que le pole Auſtral de l'Aiman ſoit l'antérieur, ou que ce ſoit le Boreal; le mouvement de la limaille ſe fait toujours conſtamment dans le ſens de celui de l'Aiman, & on ſentira que cela doit être ainſi, ſi on ſe rappelle ici ce que j'ai obſervé, art. XLVI. au ſujet de ſon mouvement en ſens contraire dans d'autres circonſtances. Je me contenterai auſſi de remarquer, que le mouvement progreſſif de la limaille, en même ſens que celui de la pierre d'Aiman qui le lui communique, ne conſiſte qu'en une demi-révolution de chaque molécule, autour d'une de ſes extrémités, à chaque paſſage de l'Aiman d'un bout du carton à l'autre, lorſque ſon axe eſt vertical, & en deux, au plus, lorſque l'axe de l'Aiman eſt horiſontal. L'analogie de ces faits avec les précédens, peut ſeule les faire prévoir d'avance, & elle me diſpenſe de m'arrêter à en rendre raiſon.

LIV. Des phénoménes auſſi contraires en apparence que le ſont ces mouvemens progreſſifs de la limaille, l'un en ſens contraire, & l'autre en même ſens que celui de l'Aiman, qui les occaſionne, & qui paroiſſent ſi évidemment dépendre d'une cauſe commune, à ſçavoir de la propriété par laquelle la matiere Magnétique tend à diriger, ſelon ſon courant, tout fer qui eſt déja aimanté, ou qu'elle peut aiſément aimanter, doivent être aſſurément regardés

comme de nouvelles preuves de la réalité de cette propriété. On sent bien, & l'expérience le confirme, qu'elle doit être plus sensible dans la matiere de tout tourbillon particulier, que dans celle du tourbillon géneral, puisque la matiere de tout tourbillon particulier étant plus rassemblée, doit agir * plus efficacement ; cependant les effets dont est capable la matiere du tourbillon général à cet égard, sont très-considérables, sur-tout si on les considere du côté de l'utilité que nous en tirons dans l'usage de la Boussole; ses impressions sont suffisantes pour faire mouvoir sur son pivot une aiguille de fer aimantée, & pour la forcer à prendre en un instant, une position telle que la direction de son courant l'exige.

* Voyez article 6.

LV. On sçait qu'on a observé depuis long-tems, que par toute la terre la position où se met l'aiguille aimantée, est à peu près du Sud au Nord ; ce qui, en nous découvrant qu'un Atmosphére de matiere Magnétique enveloppe notre globe, dénote en même tems qu'elle circule d'un de ses poles à l'autre. Descartes a conçu le tourbillon double, d'autres Philosophes l'ont jugé simple, mais sans pouvoir déterminer précisément duquel des deux poles partoit la matiere Magnétique, pour se rendre à l'autre. Nous devons à la sagacité de M. Du Fay, la solution de cette question : je rapporterai quelque chose des expériences sur lesquelles il s'est décidé. * Il a approché d'une aiguille de Boussole, une tringle de fer, qui n'étoit aucunement aimantée, & qu'il soutenoit dans une position horisontale ; ce fer n'attira aucun des bouts de l'aiguille : dans cette situation, il abbaissa le bout de la barre qui étoit le plus éloigné de l'aiguille, & celui qui en étoit près, attira subitement le Nord de l'aiguille; il éleva ensuite le bout qu'il avoit d'abord abbaissé, & l'autre qui restoit toujours immobile, attira le Sud de l'aiguille. Il retourna la barre de bout en bout, de façon qu'il tint proche de l'aiguille, celui qui en étoit d'abord éloigné, & les résultats de l'expérience qu'il recommença, furent les mêmes. On reconnoît ici, que

* Mém. Acad. 1728. p. 356.

c'eſt la ſimple ſituation de la tringle, qui donne lieu aux petits poils qui tapiſſent ſes pores, (*a*) de s'abbattre & de ſe coucher de haut en bas, ce qui en détermine les poles; parce que c'eſt en conſéquence de ſa ſituation, que les petits poils tournent leurs pointes vers un bout ou vers l'autre, & par conſéquent la matiere Magnétique entre dans la tringle, par celui de ſes bouts qui attire le Nord de l'aiguille: car il eſt évident que la matiere Magnétique doit trouver plus de facilité à s'introduire par le bout qui lui préſente les petits poils renverſés, que par celui qui lui en préſente les pointes: c'eſt donc par le Nord de l'aiguille aimantée, que la matiere Magnétique en ſort, & par conſéquent la direction du courant du tourbillon général, eſt du Sud au Nord. Le pole Auſtral eſt le point d'où part la matiere Magnétique, & le pole Boreal, celui vers lequel elle s'achemine. (*a*) Je croirois allonger inutilement ce Diſcours, ſi je rapportois ici les autres expériences, ſur leſquelles M. Du Fay a appuyé ſon ſentiment, au ſujet de l'unité du courant Magnétique, & de ſa direction: elles ſont aſſez connues.

LVI. Si de ces réflexions générales, on vient à conſidérer une aiguille de Bouſſole, on concevra que ſa ſubſtance doit être parſemée d'une infinité de pores, qui, ſe trouvant bout-à-bout les uns des autres, forment des eſpéces de canaux, paralleles à la longueur de l'aiguille, & qui percent d'un bout à l'autre; & que les petits poils qui tapiſſent ſes pores ſont tous renverſés dans le même ſens, & ont leur pointe tournée vers le bout de l'aiguille qui ſe dirige au Nord.

LVII. Il n'eſt pas de mon ſujet, d'examiner quelle eſt la meilleure façon d'aimanter une aiguille de Bouſſole; il me ſuffit d'avoir fait entendre, que pour qu'elle ſoit propre à nous indiquer le cours de la matiere Magnétique, il eſt néceſſaire qu'elle ſoit aimantée; c'eſt-à-dire, que la

(*a*) Il y a dans les Tranſ. Philoſ. 1732. une expérience curieuſe, qui établit la même choſe, p. 93. 94. & 95. de la traduction Françoiſe.

disposition de ses pores, soit telle qu'il est marqué dans l'article précédent ; car c'est ce qu'on entend par fer aimanté, ne suffisant pas pour cela qu'il soit inondé de matiere Magnétique, il faut que celle qui y circule ait un cours uniforme.

LVIII. Pour se convaincre sensiblement que l'aiguille aimantée se dirige conformément au cours de la matiere du tourbillon général, lorsqu'elle se trouve dans son courant, il n'y a qu'à la mettre dans le tourbillon particulier d'un Aiman, & on voit qu'elle prend toujours une situation conforme au cours de ce tourbillon, tel que le trace la limaille de fer ; de sorte que si autour d'un Aiman, on range plusieurs aiguilles de Boussole, chacune sur son pivot, elles se mettront toutes dans des positions différentes.

CHAPITRE V.

De la Déclinaison de l'Aiguille aimantée.

LIX. PEU après qu'on eut commencé de faire usage de la Boussole, on s'apperçut que l'aiguille aimantée ne se disposoit presque nulle part exactement dans la ligne de direction des poles du mouvement diurne, & qu'elle s'en écartoit même différemment en différens endroits de la terre, tantôt vers l'Est, tantôt vers l'Ouest ; c'est ce qu'on appella la déclinaison ou la variation de l'aiguille aimantée, & c'est ce qu'on pouvoit appeller aussi la déclinaison de la matiere du tourbillon général, puisque la direction de son cours décide par-tout de celle de l'aiguille aimantée. La matiere Magnétique, selon M. Rohault,* ne discontinue de circuler dans le plan des méridiens, que parce que, passant par des endroits où il se rencontre des mines de fer, la facilité qu'elle trouve à s'y mouvoir, l'oblige de se détourner de son chemin ; & en effet, il est naturel de présumer, qu'elle se porte en

* Traité de Physique, partie 3. chap. 8. art. 58.

affluence vers les endroits qui sont fournis de mines de fer, & qu'elle s'y ramasse davantage que par-tout ailleurs, ce qui ne peut qu'occasionner quelque déviation dans son courant. Cependant, je suis fort éloigné de croire, que ce soit là l'unique cause, ni même la principale, du phénoméne que nous examinons. Le rapport qu'il m'a paru avoir avec le résultat de quelques expériences que je vais rapporter, m'a donné lieu de reconnoître qu'il dépendoit de plusieurs autres causes, dont on ne s'est pas avisé jusques à présent, & qui y contribuent infiniment plus, que celle à qui M. Rohault l'a uniquement attribué.

* Voyez article 10.

LX. On sçait que lorsqu'on seme de la limaille de fer avec un poudrier, sur un carton placé au-dessus d'une pierre d'Aiman, la limaille s'arrange en une infinité de filets, qui, se réunissant vers les poles de la pierre, s'écartent de part & d'autre de son axe; & que ceux de ces filets qui sont les plus éloignés de l'axe, sont ceux dont la courbure est la plus considérable : si tout près de cet Aiman, on en place un autre de façon que leurs axes soient à peu près paralleles entre eux, & disposés dans le même sens; c'est-à-dire, que leurs poles de même nom soient tournés vers le même côté, ceux des filets de limaille, qui auparavant s'étendoient au loin sur le carton, du côté où l'on a mis le second Aiman, seront alors plus resserrés, plus rapprochés de l'axe de l'Aiman, & moins courbés; ils ne formeront plus que des lignes presque droites.

LXI. Il suit de là, que les tourbillons des deux Aimans ne se croisent pas, mais qu'ils se repoussent, ou s'empêchent réciproquement de s'écarter du côté qu'ils s'avoisinent.

LXII. Quand on varie un peu cette expérience, en y employant des pierres d'Aiman d'inégale force; qu'on en met ou 2, ou 3, ou 4, ou un plus grand nombre encore sous le carton, & qu'on les tient diversement éloignées les unes des autres, & tantôt plus, & tantôt moins; on apperçoit à chaque fois des différences dans l'arrangement de la limaille, qui dépendent des circonstances combinées.

de la quantité respective de matiere Magnétique, qui tourbillonne autour des aimans, de leur éloignement, & du parallélisme plus ou moins parfait de leurs axes : mais ce qui est important à remarquer, c'est qu'il n'arrive guères, & peut-être jamais, que les filets de limaille soient disposés uniformément sur le carton; au contraire, leur arrangement indique presque toujours qu'il s'en faut de beaucoup que les filets de matiere Magnétique des tourbillons contigus parcourent des routes paralleles entre elles. On y voit que tandis que les uns se rendent d'un pole à l'autre dans la direction de l'axe, les autres s'en écartent; qu'ils déclinent indifféremment de part & d'autre, & sous différens angles; qu'un même filet ne suit pas constamment la même route, & que la plûpart, après en avoir pris une oblique, vers la gauche, par exemple, s'en détournent par degrés, ou pour s'avancer parallélement à l'axe de l'aiman du tourbillon duquel ils font partie, ou pour se jetter vers la droite. Enfin les variétés qu'une même expérience nous offre à cet égard, sont telles quelquefois, qu'on ne sçauroit les détailler exactement; aussi est-il à propos de faire ces sortes d'observations par soi-même, pour en avoir une idée complette.

LXIII. Cette non-uniformité des routes que suivent les filets Magnétiques qui tourbillonnent autour de ces Aimans, ainsi rapprochés, & que la limaille de fer nous trace toujours fidélement, nous représente au naturel, quoiqu'en petit, celle des routes que décrit la matiere du tourbillon général, & de laquelle nous devons la découverte aux déclinaisons différentes de l'aiguille aimantée; & de-là je suis très-porté à croire que les causes du phénoméne dans la matiere du tourbillon général, & dans celle des tourbillons particuliers sont semblables : ainsi je ne puis m'empêcher de m'écarter un peu de l'hypothèse commune, selon laquelle on considere le globe de la terre comme un seul & unique Aiman, ou pour mieux dire, de faire à cette hypothèse un changement, assez leger dans le fonds.

J'imagine donc, que la terre pourroit renfermer dans son sein, plusieurs grands Aimans, qui seroient ramassés autour de son axe, & dont les poles Austraux aboutiroient aux environs de son pole de même nom, & les Boreaux aux environs de l'opposé. Au reste, j'ose dire que cette supposition n'a rien que de naturel ; car qu'est-ce qui est le plus difficile à concevoir, ou que la terre a un seul Aiman pour son noyau, ou qu'il est formé de plusieurs Aimans réunis ensemble ? Examinons à présent si elle rend suffisamment raison du phénoméne qui produit les variations de la Boussole.

LXIV. Les tourbillons de ces grands Aimans, qui doivent * se repousser réciproquement, se servant de barrieres ou de digues les uns aux autres, ne balayeront chacun qu'une certaine portion du globe ; mais tous ensemble, ils lui formeront une Atmosphére complette, quoique composés, s'il est permis de m'exprimer ainsi, de pieces tapportées. De plus si, comme on le peut supposer légitimement, les axes de ces Aimans ne sont pas paralleles entre eux ; qu'il y en ait qui soient plus écartés l'un de l'autre vers un pole que vers l'opposé, & que leurs tourbillons n'étant pas également fournis de matiere Magnétique, il y en ait de forts & de foibles ; il arrivera nécessairement aux filets de matiere Magnétique de ces tourbillons, ce que nous avons observé dans l'art. LXII. à l'égard de ceux des tourbillons des pierres d'Aiman, qui se trouvent dans de pareilles circonstances ; les routes qu'ils parcourront, ne seront rien moins qu'uniformes ; & si quelques-unes se dirigent dans le plan des méridiens, les autres y seront inclinés en différens sens, & sous différens angles, & seront susceptibles de toutes les inflexions & de tous les changemens de direction, propres à donner à l'aiguille aimantée des positions variées presqu'à l'infini.

* Art. LX. & LXI.

LXV. En effet, si quelqu'un de ces grands Aimans n'a pas son axe parallele à celui de la terre, la matiere de son tourbillon ne sçauroit circuler dans la direction de ses

méridiens; & si l'axe de l'Aiman qui l'avoisine, se trouve parallele ou moins oblique à celui de la terre, leurs tourbillons se heurteront en se côtoyant : de même si les tourbillons de deux de ces Aimans qui seront voisins, sont inégalement fournis de matiere Magnétique, le fort repoussera le foible, & d'autant plus, que les deux Aimans seront plus près l'un de l'autre. Il est évident que ce sont là autant de causes qui influent nécessairement sur la direction de la matiere du tourbillon général; & on sera moins étonné des variétés infinies qu'elles y occasionnent, si on fait attention que ces causes sont susceptibles d'une multiplicité prodigieuse de combinaisons, soit par elles-mêmes, soit par le concours des mines de fer & des roches d'Aimans *,
Art. LIX. qui se rencontrent assez fréquemment en différens endroits de la terre, & de certains écoulemens Magnétiques particuliers, dont je vais parler.

LXVI. Des expériences assez connues, nous apprennent que les passages par où la matiere Magnétique s'introduit dans une pierre d'Aiman, & ceux par où elle en sort, ne sont pas tous réunis vers les deux extrémités de l'Aiman, qualifiées du nom de poles : toute l'étendue de sa surface en est parsemée, & une partie de la matiere du tourbillon de la pierre, circule par ces passages isolés. Il en doit être de même à l'égard des grands Aimans qui forment le noyau de la terre; & nous avons des motifs de n'en point douter, dans les phénoménes de l'inclinaison de l'aiguille aimantée, comme nous le verrons ci-après : la matiere du tourbillon général ne part donc pas toute du pole Austral, & elle n'est pas non plus toute rassemblée lorsqu'elle arrive au pole Boreal; mais au-delà de l'Equateur, elle doit sourdre de toutes parts, & s'élever de la surface de la terre en une infinité de filets, qui se vont joindre au tourbillon général, lesquels s'en détachent ensuite en deçà de l'Equateur, les uns plus près, les autres plus loin, & vont enfiler les passages dont la surface des grands Aimans est pour ainsi dire criblée: or ces filets Magnétiques, soit

ſoit quand ils vont groſſir le courant du tourbillon général, ſoit quand ils l'abandonnent, ne peuvent manquer de produire quelque changement dans la direction des filets du tourbillon à côté deſquels ils commencent ou ils ceſſent de circuler.

LXVII. Comme j'ai déduit la nouvelle hypothèſe que j'expoſe, de la comparaiſon que j'ai faite des réſultats des expériences mentionnées dans l'Art. LXII. avec les variations de l'aiguille aimantée; j'ai été curieux d'éprouver ſi le cours de la matiere des tourbillons de quelques pierres d'Aiman, diſpoſés convenablement, pouvoit repréſenter d'une façon un peu exacte, le cours de la matiere du tourbillon général. Dans cette vûe, j'ai tracé ſur le papier les routes que parcourt la matiere du tourbillon général ſur certaines portions du globe, ſelon les obſervations & la carte de M. Halley, comme on peut le voir Planche II. & III. & j'ai eu le plaiſir enſuite de réuſſir à trouver des pierres d'Aiman, qui, placées à côté l'une de l'autre, donnoient aux filets de la limaille de fer, répandue ſur un carton placé au-deſſus, des diſpoſitions aſſez conformes à celle des lignes ponctuées en points ronds dans les Planches II. & III.

LXVIII. Il eſt à remarquer que dans ces Planches les courbes tracées en points longs, indiquent les lieux, où la déclinaiſon de l'aiguille aimantée eſt de la quantité de degrés marqués à chaque bout des courbes; & que les lignes ponctuées en points ronds, repréſentent le cours des filets Magnétiques du tourbillon général, tel qu'il doit être ſelon les obſervations de M. Halley: le filet Magnétique qui part, par exemple, du point *A*, fait un angle de 25° vers l'Orient, avec le plan du méridien, qui paſſe par le point *A*. PLANC. II.
A meſure qu'il s'avance, il coupe de moins en moins obliquement les méridiens qu'il rencontre, de ſorte qu'en *B*, ſa déclinaiſon du méridien n'eſt plus que de 20°. Elle diminue encore à chaque pas juſques vers *C*, où elle devient nulle, & où le filet Magnétique parcourt exactement

le plan du méridien jusques vers *D*, où il commence à s'écarter vers l'Occident. En *E*, sa déclinaison est déja de 5°; elle augmente ensuite de plus en plus, & en *F* elle est de 25°. Les deux cartes que je joins ici, sont copiées d'après celle qui est à la fin des *Elementa Physica*, de M. Muschenbroeck, édition de Leyde, 1734.

LXIX. Si on avoit des observations de la variation de l'aiguille aimantée en nombre suffisant, & qu'on traçât le cours de la matiere Magnétique sur un globe terrestre, comme je l'ai fait sur ces cartes particulieres, & conformément aux observations, on démêleroit, je crois, assez exactement, les différens endroits des poles, d'où part & où se rend la matiere de chacun des tourbillons particuliers, qui composent le tourbillon commun du globe, & on en pourroit inferer le nombre des grands Aimans, qui en occupent l'intérieur.

LXX. Je passe à d'autres particularités de la déclinaison de l'aiguille aimantée. La quantité de l'angle que la ligne de direction de l'aiguille, ou, ce qui est la même chose, du cours de la matiere du tourbillon général, fait avec la ligne méridienne, n'est fixe peut-être nulle part. On n'a pas été long-tems sans observer, que dans un même lieu l'aiguille aimantée change de position de tems à autre; que dans ceux où l'on n'avoit d'abord apperçu aucune déclinaison, on a commencé à en remarquer une au bout de quelques années, & que dans d'autres, où la variation avoit été déterminée d'une certaine quantité, cette quantité a augmenté ou diminué dans la suite.

LXXI. Ces observations ont donné lieu à un systême ingénieux & assez séduisant. Selon ce systême * l'axe de la partie Magnétique de la terre ou de l'Aiman, qui en occupe l'intérieur, est incliné à celui du mouvement diurne; en sorte que les poles *H* & *F* de l'Aiman se trouvent éloignés de quelques degrés des poles *A* & *B* du monde: comme cet Aiman *HGFD* est entraîné par le mouvement de la révolution journaliere de la terre; il tourne

* Cours de Phys. d'Hartsoeker, l. 3. c. 5. art. 58.

autour de l'axe *AB* de cette révolution; mais il ne s'avance pas auſſi vîte que la croute du globe qui l'enveloppe, & à ſon égard il reſte en arriere tous les ans de quelques minutes. Les poles de l'Aiman décrivent par conſéquent des cercles *HC*, *FD*, autour des poles du monde, & à contre-ſens du mouvement diurne, leſquels cercles ils acheveront de parcourir en un certain nombre d'années, qu'on pourroit même déterminer, ſi on avoit des obſervations en quantité ſuffiſante, parce qu'on ſuppoſe leur mouvement régulier & uniforme. Il réſulte de-là, que la partie Magnétique de la terre a ſes méridiens particuliers, qui changent continuellement de ſituation, par rapport aux méridiens terreſtres proprement dits, & que la variation ſucceſſive de l'aiguille aimantée ayant une cauſe réguliere & conſtante, elle ne change qu'avec quelque ſorte de proportion, & qu'au bout d'un certain tems, elle doit partout redevenir la même qu'elle étoit au commencement de ſa période. Fig. XV.

LXXII. Il ſeroit fort à ſouhaiter que ce ſyſtême, que nous devons, je crois, à M. Halley, fût celui de la Nature; il ſeroit d'une grande utilité dans la recherche des longitudes: car le tems du retour périodique d'un pole de l'Aiman au point d'où il eſt parti, étant une fois connu, on pourroit ſe ſervir des anciennes obſervations de la déclinaiſon de l'aiguille aimantée, pour conſtater la longitude des lieux, où la quantité de la déclinaiſon auroit été déterminée. Mais eſt-il bien sûr qu'on n'ait pas été ébloui par les avantages que ce ſyſtême promet? En effet, outre que ce mouvement périodique qu'on attribue à la partie Magnétique de la terre, eſt ſujet à de grandes difficultés, la prétendue régularité de la variation ſucceſſive de l'aiguille aimantée n'eſt rien moins qu'établie par les obſervations; ou pour mieux dire, les conſéquences immédiates de ce ſyſtême, & les réſultats des obſervations s'accordent aſſez mal enſemble, & au point qu'ils paroiſſent au contraire dépendre d'une cauſe très-irréguliere.

1°. Les observations qu'on a faites la même année à Louvo, à Macao, & au Cap de Bonne Espérance, qui devoient donner une même position des poles Magnétiques,* en donnoient de toutes différentes. La déclinaison n'a changé à Quebec que de 30′ dans l'espace de 37 ans; & elle n'a pas varié du tout au Cap de Horn, dans un intervalle de 100 années.

* Cours de Phys. d'Hartsoeker, l. 3. ch. 5. Art. 59.

2°. Elle n'augmente ni ne diminue également d'une année à l'autre, étant quelquefois la même deux ou trois années consécutives, & avançant après cela beaucoup plus en un an, qu'elle n'a accoutumé de faire en deux.

Id. ibid.

3°. Dans un intervalle de tems très-court, elle avance dans un sens, retourne en arriere; & à Paris, elle étoit au mois d'Avril 1735, de 15° 45′ Nord-Ouest, & au mois d'Octobre de la même année, de 14° 55′; en 1736, de 15° 40′; & en 1737, de 14° 45′. M. Muschenbroeck* a aussi remarqué à Utrecht, que la déclinaison y augmentoit & y diminuoit tour à tour dans le même mois.

* Transf. Phil. 1732. n° 425.

4°. Les méridiens Magnétiques, & les méridiens proprement dits, étant concentriques, la déclinaison dans deux lieux de la terre diamétralement opposés, devroit être en différens sens, mais de la même quantité. Ainsi, si à l'un de ces endroits elle est de 10° vers l'Est, elle devroit être à l'autre de 10° vers l'Ouest: cependant, selon la carte de M. Halley, qui marque la déclinaison pour l'année 1700, la déclinaison sur l'Equateur à 165° de longitude, à compter du méridien de Londres, est de 11°, tandis qu'elle est nulle sur le même cercle à la longitude de 345°, quoique ce soient deux points du globe diamétralement opposés: de même à 130° de longitude, latitude méridionale de 60°, la déclinaison est d'environ 4°, & elle est de 25° au point diamétralement opposé, qui est à 310° de longitude, de latitude Septentrionale de 60°. Je me borne à ces deux exemples, dont il ne sera pas difficile de grossir le nombre, à ceux qui voudront se donner la peine d'examiner la carte de M. Halley.

5°. Il ne faut que jetter les yeux sur celles où j'ai tracé le cours de la matiere du tourbillon général, conformément à ses observations, pour se convaincre que la matiere Magnétique n'est aucunement assujettie à circuler dans un même plan, & qu'elle en change presque à chaque instant, parcourant des courbes à double courbure : que deviennent donc les prétendus méridiens Magnétiques ? Planc. II. & III.

LXXIII. En vain allégueroit-on qu'il se rencontre en différens endroits de la terre des mines de fer, & des rochers d'Aiman, qui sont autant de causes particulieres, qui s'opposent à l'action de la cause générale, & doivent la troubler ; & que, tandis que la cause générale tend à diriger l'aiguille vers un certain endroit, la cause particuliere peut prédominer, la tenir dirigée vers un autre pendant un certain tems, & lâcher prise ensuite tout-à-coup. La plûpart des effets que je viens de détailler, sont si considérables, qu'il n'est nullement probable que ces causes particulieres pussent les produire, si la cause générale étoit réellement telle qu'on la suppose : ces causes particulieres sont même absolument insuffisantes, pour rendre raison de ceux énoncés au n° 3. de l'article précédent. Aussi M. Hartsoeker, qui a adopté ce systême, & qui s'empresse à le soutenir, ne laisse-t-il pas de douter encore de la régularité du mouvement des prétendus méridiens Magnétiques autour de leurs poles, & de soupçonner d'après certaines observations, * qu'il y a plusieurs croutes Magnétiques, qui se meuvent séparément en dedans du globe terrestre, & avec des mouvemens assez irréguliers.

* Cours de Phys. d'Hartsoeker, l. 3. ch. 5. Art. 60.

LXXIV. Il me reste à présent à discuter, si l'explication qu'on peut donner, selon mon hypothèse, de la variation successive & continuelle de l'aiguille aimantée est plus juste, plus naturelle, & plus vraisemblable. J'ai établi, que ses différentes déclinaisons en différens endroits de la terre, résultoient de la combinaison de certaines causes mentionnées dans les art. LXV. & LXVI. & si ces causes sont sujettes à s'alterer, à se renouveller, à essuyer enfin divers

changemens, comme on ne sçauroit refuser de l'admettre, il est évident que la combinaison de ces causes ne sera pas toujours la même, qu'elle aura ses vicissitudes, & qu'ainsi dans un endroit quelconque, la déclinaison peut varier considérablement de tems à autre.

1°. Les grands Aimans qui forment le noyau de la terre, peuvent se fortifier & s'affoiblir, devenir plus abondans en matiere Magnétique, & en perdre : les volcans, qui, selon l'énumération du P. Kirker & de Thomas Ittigius, montent à 3 ou 400 dans le monde connu, peuvent calciner quelques parties de ces Aimans ; & à cela, ces Aimans courent risque d'y gagner autant que d'y perdre : ils sont dans le cas d'une pierre d'Aiman que l'on taille ; si on la décharge de quelques parties superflues, qui nuisoient à la circulation de la matiere Magnétique, son tourbillon en acquiert de nouvelle, parce que les passages sont devenus plus ouverts & plus libres ; mais si on lui enleve des parties qui soient purement Magnétiques, ce sont autant de canaux perdus pour la matiere de son tourbillon, qui en devient moins abondant. L'eau qui se filtre dans la terre, est aussi capable d'altérer la vertu des grands Aimans ; elle charie avec elle une infinité de corps métalliques & de toute espéce, qui, par son moyen, peuvent s'insinuer dans les pores des Aimans, & causer du dérangement dans les petits poils qui tapissent ses pores ; & d'un autre côté, elle est en état d'enlever d'autour de ces Aimans les corps étrangers qui bouchent leurs pores, & empêchent la circulation de la matiere Magnétique : l'humidité peut aussi rouiller ces Aimans en quelques-unes de leurs parties, & d'autres causes peuvent en emporter la rouille.

2°. Les mines de fer, les rochers d'Aiman, qui sont parsemés sur la surface de la terre, peuvent s'alterer & se corrompre ; & il peut s'en former en des endroits où il n'y en avoit pas eu auparavant.

3°. Les passages isolés, dont nous avons dit, art. LXVI. que les grands Aimans étoient percés dans toute leur

longueur, peuvent se boucher, & il peut s'en ouvrir de nouveaux par les mêmes raisons que nous venons d'alléguer.

4°. Je ferai mention dans le chapitre suivant, d'une autre cause, qui influe beaucoup sur la déclinaison, & qui est propre à y produire des variations subites & continuelles. Articles LXXXVII. & LXXXVIII.

LXXV. Je ne parle point des changemens qui résulteroient dans la déclinaison de l'aiguille aimantée, au cas que la position respective des axes des grands Aimans cessât d'être la même, & que celui de quelqu'un d'entre eux vînt à être déplacé, au point d'être plus ou moins oblique à ceux des autres qu'il ne l'étoit auparavant: de pareils dérangemens ne pourroient se faire, sans que la terre ne fût vivement ébranlée, & tout au plus peut-on imaginer qu'il a pû y en avoir de pareils au tems du déluge.

LXXVI. Les causes de la déclinaison de l'aiguille aimantée étant une fois reconnues pour variables & susceptibles d'altération, la vicissitude continuelle de la déclinaison n'a plus rien qui surprenne; elle en est la suite nécessaire; il est vrai qu'on en peut conclure aussi, qu'elle sera fort éloignée d'être réguliere & uniforme; mais les résultats des observations nous obligent-ils jusques à présent d'en avoir une autre idée?

LXXVII. Je remarquerai en passant, que diverses aiguilles aimantées, observées dans le même instant & dans un même lieu, ne donnent pas toujours précisément la même déclinaison, ce qui vient ou de leur construction, ou de la disposition des parties internes du fer, comme il paroît par une expérience de M. de la Hire, rapportée dans l'Histoire de l'Académie 1717. p. 5. & par ce qu'ont observé Mrs. Bouguer (*a*) & Du Fay *.

* Mém. Acad. 1731. p. 420.

(*a*) Méthode d'observer en mer la déclinaison de la Boussole, p. 1. §. 1.

CHAPITRE VI.

De l'Inclinaiſon de l'Aiguille aimantée.

LXXVIII. L'Inclinaiſon de l'aiguille aimantée, eſt ſon écartement de la ligne horiſontale parallele à l'horiſon ſous l'Equateur ; elle s'y incline tant en deçà qu'en delà, dans un ſens qui abaiſſe celle de ſes pointes qui ſe dirige vers le pole le plus voiſin, & d'autant plus qu'elle en eſt plus près : c'eſt pourquoi les Pilotes, pour conſerver l'aiguille de leur Bouſſole en équilibre, chargent, lorſqu'ils ſont dans les climats Septentrionaux, le bout qui ſe dirige au Sud, d'un morceau de cire ; ils en diminuent le volume à meſure qu'ils approchent de l'Equateur, où ils l'ôtent tout-à-fait, & le tranſportent enſuite vers le bout oppoſé, quand ils s'avancent davantage vers le pole Méridional.

LXXIX. Ces faits annoncent que la ligne que décrit la matiere du tourbillon général, en ſe rendant d'un pole de la terre à l'autre, eſt diverſement inclinée à l'horiſon, par rapport aux différens endroits de ſa ſurface ; & les obſervations s'accordent à conſtater, que, toutes choſes égales d'ailleurs, l'angle qu'elle fait avec la ligne horiſontale, eſt d'autant plus grand, que le lieu où on en meſure la quantité eſt moins éloigné de l'un des poles, & qu'aux environs de l'Equateur cet angle eſt nul ; en ſorte qu'on en juge que vers les poles, la matiere Magnétique ſe dirige perpendiculairement à l'horiſon. Pour connoître avec préciſion la quantité de ſon inclinaiſon, on ſe ſert d'une aiguille ſuſpendue de façon qu'elle tourne librement ſur deux petits tourillons, comme le fléau d'une balance.

LXXX. Une expérience des plus ſimples, donne une idée très-exacte de ce phénomene. On n'a qu'à ſemer avec un poudrier, de la limaille de fer ſur une pierre d'Aiman ;

la

la plûpart des molécules de limaille qui s'y attachent, se dressent sur une de leurs extrémités : au-dessus des poles de la pierre ils sont perpendiculaires; & à proportion qu'ils sont plus proches de son Equateur, leur bout supérieur est plus incliné vers cet Equateur, aux environs duquel ceux qui se rencontrent, sont toujours étendus & couchés tout de leur long : la position de ces divers molécules de limaille est si conforme à la direction des routes qui suivent les divers filets de matiere Magnétique, qui tourbillonnent autour de l'Aiman, qu'il est évident qu'ils la tiennent d'elle; & on en peut inférer, que l'inclinaison des routes que parcourt la matiere du tourbillon général, décide pareillement des différentes inclinaisons de l'Aiguille aimantée, observées en différens endroits de la terre: la conformité des effets que nous venons de comparer, est une preuve non équivoque, que des causes semblables les produisent.

LXXXI. La quantité de l'inclinaison de l'aiguille aimantée, n'est pas égale en tout tems dans le même endroit: elle est sujette à des variations comme la déclinaison; & ces variations sont même assez considérables. M. Muschenbroeck * a observé à Utrecht en 1730, une différence de 8° 45′, dans l'inclinaison d'un jour à l'autre.

* Transf. Phil. n°. 426.

LXXXII. Il n'est pas douteux, que les causes qui opérent les changemens qu'on observe dans la déclinaison de l'aiguille aimantée, & que nous avons détaillées ci-devant, art. LXXIV. n'influent aussi sur ceux dont son inclinaison est susceptible; les filets Magnétiques qui circulent par les passages isolés, dont nous avons remarqué dans l'article LXVI. que les grands Aimans, qui forment le noyau de la terre, étoient parsemés dans toute leur longueur, sont propres sur-tout à produire de grandes variations dans l'inclinaison de l'aiguille aimantée, au moment qu'ils commencent à enfiler ces passages, ou qu'ils cessent d'y passer.

Voyez article 74. n°. 3.

LXXXIII. Cependant, comme M. Muschenbroeck s'est apperçu, d'après les observations qu'il a faites sur la

* Trans. Phil. n°. 425. & 426.

déclinaison & l'inclinaison en 1729. 1730. & 1731.* que la déclinaison ne changeoit pas en même tems que l'inclinaison, & que l'une paroissoit quelquefois indépendante de l'autre; il y a apparence qu'outre les causes que je viens d'indiquer, il y en a encore quelqu'autre qui contribue aux variations de l'inclinaison, laquelle n'influe pas toujours nécessairement sur la déclinaison, du moins dans le même lieu, & c'est à quoi certaine constitution de l'air peut être très-propre. Je m'explique.

LXXXIV. On sçait que le tonnerre a quelque espéce d'influence sur le Magnétisme : on peut réduire ses effets à cet égard à quatre principaux. Il communique le Magnétisme au fer qui n'est pas aimanté : il le fait perdre tout-à-coup à des aiguilles de Boussole : il en change la direction, & il les rend folles. Les trois premiers de ces effets dépendent vraisemblablement des changemens qu'il occasionne dans la disposition des parties internes du fer : & on peut dire que dans le premier cas, il couche dans un même sens les petits poils qui tapissent les pores du fer, & qui étoient dans une confusion parfaite; que dans le second, il brouille ou détruit ces petits poils, auparavant disposés régulierement; & qu'enfin dans le troisiéme cas, il les renverse à contre-sens, & leur fait présenter leurs pointes vers le bout opposé à celui vers lequel elles étoient tournées. Mais quant au quatriéme cas, qui est celui où les aiguilles deviennent folles dans un lieu où le tonnerre tombe, on sent qu'il ne résulte pas des dérangemens que ce météore peut causer dans la substance du fer, mais bien plûtôt de l'agitation actuelle de la matiere Magnétique qui environne l'aiguille.

* Trans. Phil. n°. 442. art. 6.

* Hist. Acad. 1728. p. 36.

* Essai sur les effets de l'air, par Arbuthnot, ch. VIII. art. 2.

LXXXV. Il paroît par diverses expériences curieuses de Chimie, * que des particules de fer entrent dans la composition des exhalaisons dont la fermentation produit le tonnerre & les éclairs; * aussi quelques Naturalistes prétendent-ils * que ces météores sont formés par des exhalaisons de pyrites : ces sortes d'exhalaisons sont un milieu, où, à cause des particules de fer & de pyrites qui y

abondent, la matiere Magnétique se meut avec plus de facilité que dans l'air ordinaire, & où par conséquent, celle qui les avoisine, doit se diriger & se rassembler : & comme les éclairs, le bruit du tonnerre, & la chûte de la foudre, supposent nécessairement une violente effervescence dans les exhalaisons ; il est sensible qu'en attirant alors la matiere Magnétique, qui est aux environs à une certaine distance, elles ne peuvent manquer de lui communiquer de l'agitation où elles sont elles-mêmes : ainsi lorsque ces exhalaisons fermentent assez près de la surface de la terre, la matiere Magnétique y doit être extrêmement agitée, & disposée par conséquent à faire pirouetter sans cesse sur son pivot l'aiguille d'une Boussole, sur laquelle elle est à portée d'agir.

LXXXVI. Ces exhalaisons qui sont violemment agitées dans certaines circonstances, le sont moins, ou point du tout dans d'autres, & leurs parties peuvent être dans un parfait repos les unes à l'égard des autres : elles voguent dans l'Atmosphére, qui se charge d'ingrédiens de toute espéce, où elles se soutiennent plus ou moins haut, selon que l'air est plus ou moins condensé, & où le vent les promene çà & là, à son gré : la matiere Magnétique qui se trouve aux environs de celles de ces exhalaisons qui abondent en particules de fer, s'y dirige comme elle feroit vers une mine de fer ; de sorte que lorsque de telles exhalaisons descendent à portée d'un lieu quelconque de la terre, le courant de matiere Magnétique qui y circule, doit tendre plus ou moins vers ces exhalaisons, & changer d'inclinaison par rapport à la ligne horisontale, ce qui produit nécessairement une variation dans l'inclinaison de l'aiguille aimantée.

LXXXVII. On voit que ces exhalaisons chargées de particules de fer, peuvent changer l'inclinaison de l'aiguille aimantée, dans le lieu sur le méridien Magnétique duquel elles s'arrêtent, sans y diminuer ou augmenter aucunement sa déclinaison ; mais qu'en même tems elles peuvent

influer ſur la déclinaiſon de l'aiguille, dans les lieux qui ſont à droite & à gauche ſur le parallele du premier, puiſque la matiere Magnétique qui circule par ces endroits-là, peut ſe diriger vers ces exhalaiſons, auquel cas elle changera de direction, & circulera dans un azimut différent; de façon que le bout de l'aiguille qui ſe dirige au Nord, ſera amené vers l'Eſt, dans un lieu qui ſera à l'Oueſt à l'égard de ces exhalaiſons, & vers l'Oueſt au contraire, dans un lieu qui ſera à l'Eſt de ces mêmes exhalaiſons.

LXXXVIII. Ces ſortes d'exhalaiſons contribuent ſurtout à ces variations journalieres dans la déclinaiſon de l'aiguille aimantée, que M. Muſchenbroeck * compare à un mouvement d'oſcillation, au moyen duquel l'aiguille ne fait qu'aller & revenir ſucceſſivement ſur ſes pas.

* Tranſ. Phil. n°. 425.

LXXXIX. Il réſulte de ce qui précéde, que les variations dans l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée, doivent être conſidérables dans les endroits où il y a des mines de fer, & où en même tems il ſouffle de grands vents: à ce moyen, l'Atmoſphére peut y être chargé, dans un tems, d'une grande quantité d'exhalaiſons ferrugineuſes, que le vent peut enſuite balayer & diſſiper tout-à-coup; ce qui ne ſçauroit manquer d'occaſionner un changement ſubit & remarquable, dans l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée.

APPENDICE.

DE ce que la terre a un tourbillon de matiere Magnétique, ne sommes-nous pas en droit de présumer que la lune en a un, aussi bien que les autres planétes de notre systême ? cette conjecture est fondée sur l'analogie : peut-être le tourbillon Magnétique que nous pouvons supposer au soleil, fournit-il à l'entretien de celui de chaque planéte, & agit-il à leur égard comme nous avons dit ailleurs, que le tourbillon général de la terre agissoit à l'égard des tourbillons particuliers des pierres d'Aiman : on expliqueroit aisément par-là, comment la matiere Magnétique tourbillonne autour du globe de la terre, au lieu de suivre son chemin tout droit après en être sortie par le pole Austral. La raison que M. Rohault en donne, n'est rien moins que convaincante, même selon ses principes.

En conséquence de notre supposition, les tourbillons Magnétiques des planétes, pourroient se trouver dans le cas d'influer réciproquement & en différentes façons les uns sur les autres; la lune sur-tout, qui est toujours assez voisine de la terre, pourroit contribuer aux variations de l'inclinaison de l'aiguille aimantée, comme il paroît par l'expérience suivante.

J'ai mis au-dessus d'une pierre d'Aiman, un carton garni de limaille de fer ; tout autour des endroits du carton qui répondoient aux poles de la pierre, & à une certaine distance, les molécules de limaille se tenoient élevés sur une de leurs extrémités, les uns plus, les autres moins obliquement : je soutins ensuite au-dessus de la limaille ainsi disposée, un autre Aiman à trois ou quatre lignes de distance l'axe parallele au premier, mais tourné à contre sens, c'est-à-dire, de façon que les poles de différens noms des Aimans, regardoient vers le même côté ; & alors les

molécules de limaille se sont dressés encore davantage; la position de chacun d'eux approchoit plus de la perpendiculaire que celle qu'il avoit auparavant; & quand j'ai retourné le second Aiman bout pour bout, continuant à le soutenir encore au-dessus du premier, le contraire est arrivé; les molécules se sont inclinés. Dans le premier cas de cette expérience, la matiere Magnétique, qui, en sortant du pole Austral de l'un des Aimans, trouve à portée le pole Boreal de l'autre, va s'y rendre directement en partie, ce qui fait qu'elle se dirige moins obliquement à l'égard du plan du carton; mais dans le second cas, les tourbillons des deux Aimans n'étant pas à même de se confondre, ils se repoussent mutuellement, & ils sont obligés de circuler par des routes plus inclinées au carton; l'inclinaison des filets Magnétiques, décide toujours de celle des molécules de limaille.

Ainsi, si les axes des tourbillons Magnétiques de la terre & de la lune étant à peu près paralleles, étoient disposés de façon que leurs poles correspondans fussent de dénomination différente, leurs tourbillons pourroient se mêler en partie; & plus la terre s'approcheroit de la lune, & plus l'angle que la ligne de direction de la matiere Magnétique forme avec la ligne horisontale seroit grand: si au contraire, leurs poles correspondans étoient de même nom, leurs tourbillons se repousseroient réciproquement, & plus la terre seroit proche de la lune, & plus la ligne que parcourt la matiere Magnétique s'inclineroit à l'horisontale.

Dans l'un & l'autre cas, la quantité de l'inclinaison de l'aiguille aimantée devroit, toutes choses égales d'ailleurs, être différente, lorsque la lune seroit au méridien du lieu où on l'observeroit, que lorsqu'elle ne commenceroit qu'à s'élever sur son horison; dans le tems de la plus grande déclinaison Méridionale de cette planéte, que dans celui de sa plus grande déclinaison Septentrionale; & enfin dans les sizigies, que dans les quadratures. Cependant il pourroit se faire, que ces différences fussent peu sensibles, soit

parce qu'elles feroient peu confidérables par elles-mêmes, foit parce qu'elles feroient compliquées avec celles qui réfulteroient des autres caufes, qui influent fur les variations de l'inclinaifon de l'aiguille aimantée, & que j'ai détaillées dans mon Effai fur l'Aiman.

Corrections & Additions envoyées par l'Auteur, après l'impreffion de cette Piéce.

N°. XXX. page 76. l. 14. au lieu de ces mots : *parce qu'elle agit alors fur chacun d'eux féparément*, & le refte jufqu'à l'alinea. *Lifez :* Ce qui eft analogue aux réfultats des expériences que M. de Buffon a entrepris, pour connoître la force du bois. De deux piéces de bois de Chêne, de 10 pieds de longueur, l'une qui avoit 4 pouces d'équarriffage, a rompu fous une charge de 3600 livres; & l'autre qui avoit 8 pouces d'équarriffage, n'a rompu que fous une charge de 27700 livres. Si la cohérence des fibres entre elles, ne contribuoit pas à augmenter leur force, la derniere de ces deux piéces n'auroit pû, ce femble, réfifter à une charge de 14400 livres, quadruple de 3600 livres, puifqu'elle n'avoit que quatre fois autant de fibres que la premiere piéce. Je puis citer encore en faveur de l'analogie que j'allégue, la conclufion que M. Du Hamel a tirée de diverfes expériences qu'il a faites auffi fur la force du bois, à fçavoir qu'elle dépend beaucoup de la cohérence des fibres ligneufes, les unes avec les autres; enforte qu'une piéce de bois formée de fibres ligneufes très-fortes, mais qui feroient peu adhérentes les unes avec les autres, pourroit rompre fous un poids, que fupporteroit une autre piéce dont les fibres feroient plus foibles, mais mieux unies.

Mém. Académiq. 1741. p. 328. 332.

Mém. Acad. 1742. p. 340.

N°. LXXI. page 98. l. 29. *Remplacez le contenu dans les N°. LXXI. & LXXII. par ce qui fuit.*

LXXI Ces obfervations ont donné lieu à un fyftême ingénieux & affez féduifant. Selon ce fyftême, l'axe de la partie Magnétique de la terre, de l'Aiman qui en occupe

l'intérieur, est incliné à l'axe du mouvement diurne; & le premier est plus court que le second, dont il est séparé; de sorte que les poles Magnétiques ne sont pas directement vis-à-vis l'un de l'autre, dans une ligne qui passe par le centre de la terre, & qu'ils se trouvent éloignés de quelques degrés des poles du monde, & sans doute inégalement chacun du sien respectif. Comme cet Aiman est entraîné par le mouvement de la révolution journaliere de la terre, il tourne autour de l'axe de cette révolution; mais il ne s'avance pas aussi vîte que la croute du globe qui l'enveloppe, & à son égard il reste en arriere tous les ans de quelques minutes. Par conséquent les poles de l'Aiman ont un mouvement particulier, & à contre-sens du mouvement diurne autour des poles du monde, dont ils se rapprochent & s'éloignent tour à tour; & la période de leur révolution pourroit même être déterminée, si on avoit des observations en quantité suffisante: car on est porté à croire leur mouvement continu & uniforme. Il résulte de-là, que la partie Magnétique de la terre a ses méridiens particuliers, qui changent continuellement de situation, par rapport aux méridiens terrestres proprement dits; & que la variation successive de l'aiguille aimantée, ayant une cause réguliere & constante, elle ne change qu'avec quelque sorte de proportion, & qu'au bout d'un certain tems elle doit par-tout redevenir la même qu'elle étoit au commencement de sa période.

LXXII. Il seroit fort à souhaiter que ce systême, que Mrs Hartsoeker* & Biester** ont arrangé d'après M. Halley, fût celui de la Nature: il seroit d'une grande utilité dans la recherche des longitudes; car le tems du retour périodique d'un pole de l'Aiman au point dont il est parti, étant une fois connu, on pourroit se servir des anciennes observations de la déclinaison de l'aiguille aimantée, pour constater la longitude des lieux où la quantité de la déclinaison auroit été déterminée: mais est-il bien sûr qu'on n'ait pas été ébloui par les avantages que ce systême promet? En effet,

* Cours de Phys. p. 218.

** Essai de Phys. de Muschenbroeck. p. 308.

effet, outre que ce mouvement périodique qu'on attribue à la partie Magnétique de la terre, est sujet à de grandes difficultés, la prétendue régularité de la variation successive de l'aiguille aimantée, n'est rien moins qu'établie par les observations; ou pour mieux dire, les conséquences immédiates de ce systême, & les résultats des observations s'accordent mal ensemble, & au point que ceux-ci paroissent au contraire dépendre d'une cause très-irréguliere.

1°. Les observations faites la même année à Louvo, à Macao, & au Cap de bonne Espérance, qui devroient donner une même position des poles Magnétiques, en donnent de toutes différentes. La déclinaison n'a pas varié du tout au Cap de Horn dans un intervalle de 100 années: elle n'a changé à Quebec que de 30′ dans l'espace de 37 ans; & en 1730, c'est-à-dire 30 ans après la construction de la Carte de M. Halley, on l'a trouvée de 42° dans la Baye d'Hudson, où M. Halley l'avoit marquée de 25°. seulement.

Cours de Phys. d'Hartsoeker, l. 3. ch. 5. Art. 59.

Préface de l'Essai de Physique de Muschenbroeck.

2°. Elle n'augmente ni ne diminue également d'une année à l'autre, étant quelquefois la même deux ou trois années consécutives, & avançant après cela beaucoup plus en un an, qu'elle n'a accoutumé de faire en deux.

Cours de Phys. d'Hartsoeker, l. 3. c. 5. art. 59.

3°. Dans un intervalle de tems très-court, elle avance dans un sens, retourne en arriere, revient sur ses pas, &c. A Paris, elle étoit au mois d'Avril 1735, de 15° 45′ Nord-Ouest, & au mois d'Octobre de la même année, de 14° 55′; en 1736, de 15° 40′; & en 1737, de 14° 45′. M. Muschenbroeck * a observé à Utrecht, que la déclinaison y augmentoit & y diminuoit tour à tour dans le même mois.

Trans. Phil. 1732. n° 425.

Mém. Acad. 1700. p. 8.

4°. Le même M. Muschenbroeck a fait remarquer, que si la déclinaison augmentoit réguliérement, elle devroit être en même tems plus grande en Laponie qu'en Hollande, en Hollande qu'en France, & en France que sur les côtes Occidentales d'Afrique: ce qui ne s'accorde

Préface de l'Essai de Physique de Muschenbroeck.

nullement avec les dernieres observations. Car en 1737. la déclinaison de l'aiguille aimantée, étoit à Torneo en Laponie, de . . . . 5° 5′ Nord-Ouest.

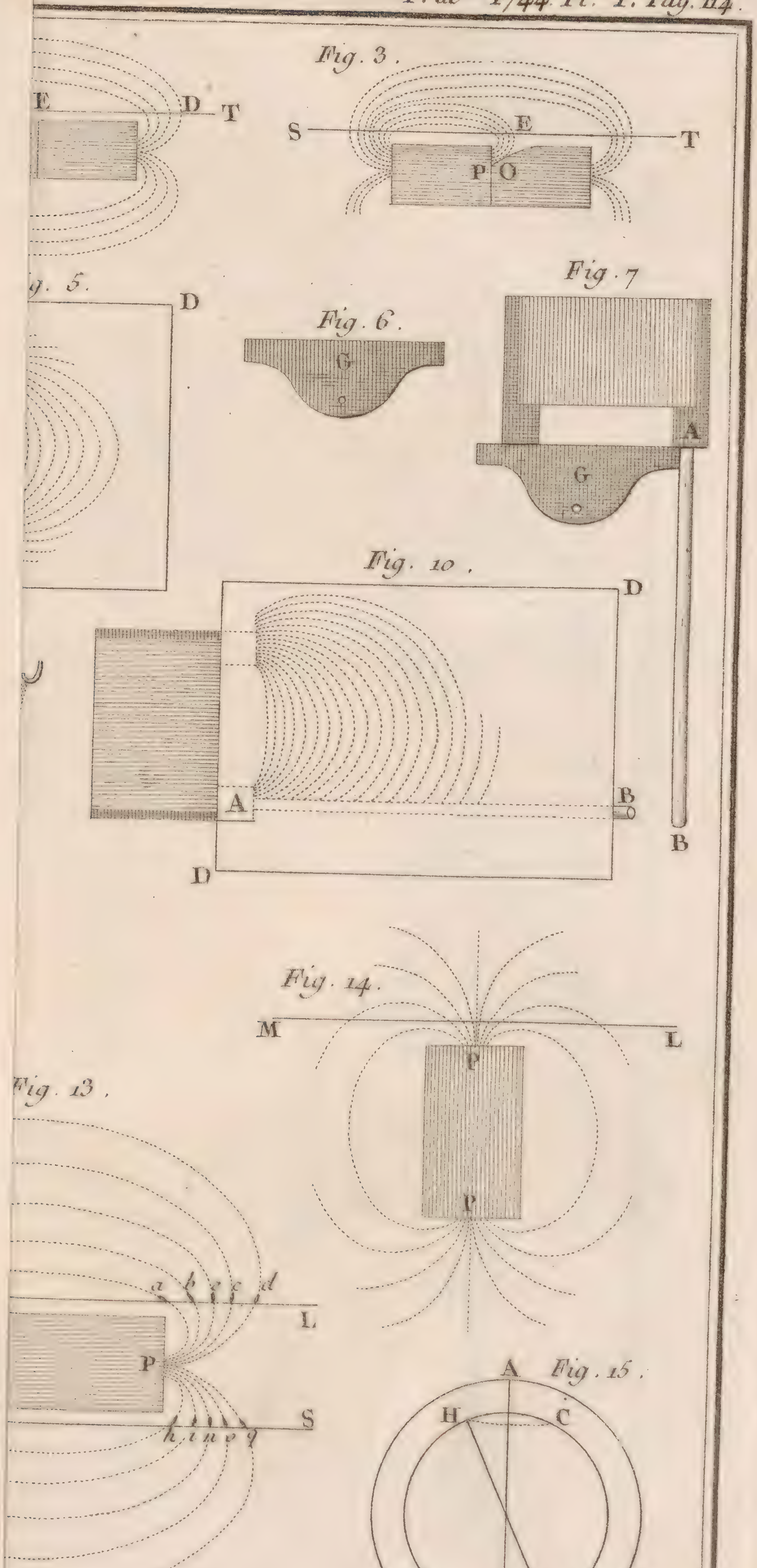
à Utrecht, de	13	30
à Paris, de	14	25
& à la hauteur de Larache, ville du Royaume de Fez, de	14	42

5°. La déclinaison dont la progression dans tous les lieux placés du même côté de la ligne exempte de déclinaison, devroit être dans le même sens, paroît cependant augmenter vers les côtes d'Afrique, tandis qu'elle diminue en Hollande & en Laponie. En 1738 elle étoit de 15° dans l'Isle de sainte Marie, l'une des Açôres, où en 1700 M. Halley l'avoit marquée de 6°; & devant Larache, de 1737 à 1738, elle avoit augmenté de 6′, au lieu qu'à Utrecht elle n'étoit que de 12° 15′, après y avoir été observée de 15° quatre ou cinq ans auparavant, & que nous venons de voir qu'à Torneo, où en 1695 M. Bilberg l'avoit trouvée de 7°, elle n'étoit plus en 1737 que de 5° 5′, par une observation dûe à M. de Maupertuis.

Préface de l'Essai de Physique de Muschenbroeck.

6°. Il ne faut que jetter les yeux sur les cartes où j'ai tracé le cours de la matiere du tourbillon général, conformément aux observations de M. Halley, pour se convaincre que les divers filets de la matiere Magnétique du tourbillon général ne sont rien moins qu'assujettis à circuler dans un même plan, & qu'ils en changent continuellement, parcourant des courbes à double courbure. Que deviennent donc les prétendus méridiens Magnétiques?

FIN.


E D T
Fig. 3.
S E T
P O
g. 5.
D
Fig. 6.
G
Fig. 7
A
G
Fig. 10.
D
A
B
D
B
Fig. 14.
M L
P
P
Fig. 13.
a b c c d
L
P
S
h i n o q
A Fig. 15.
H C
D F
B

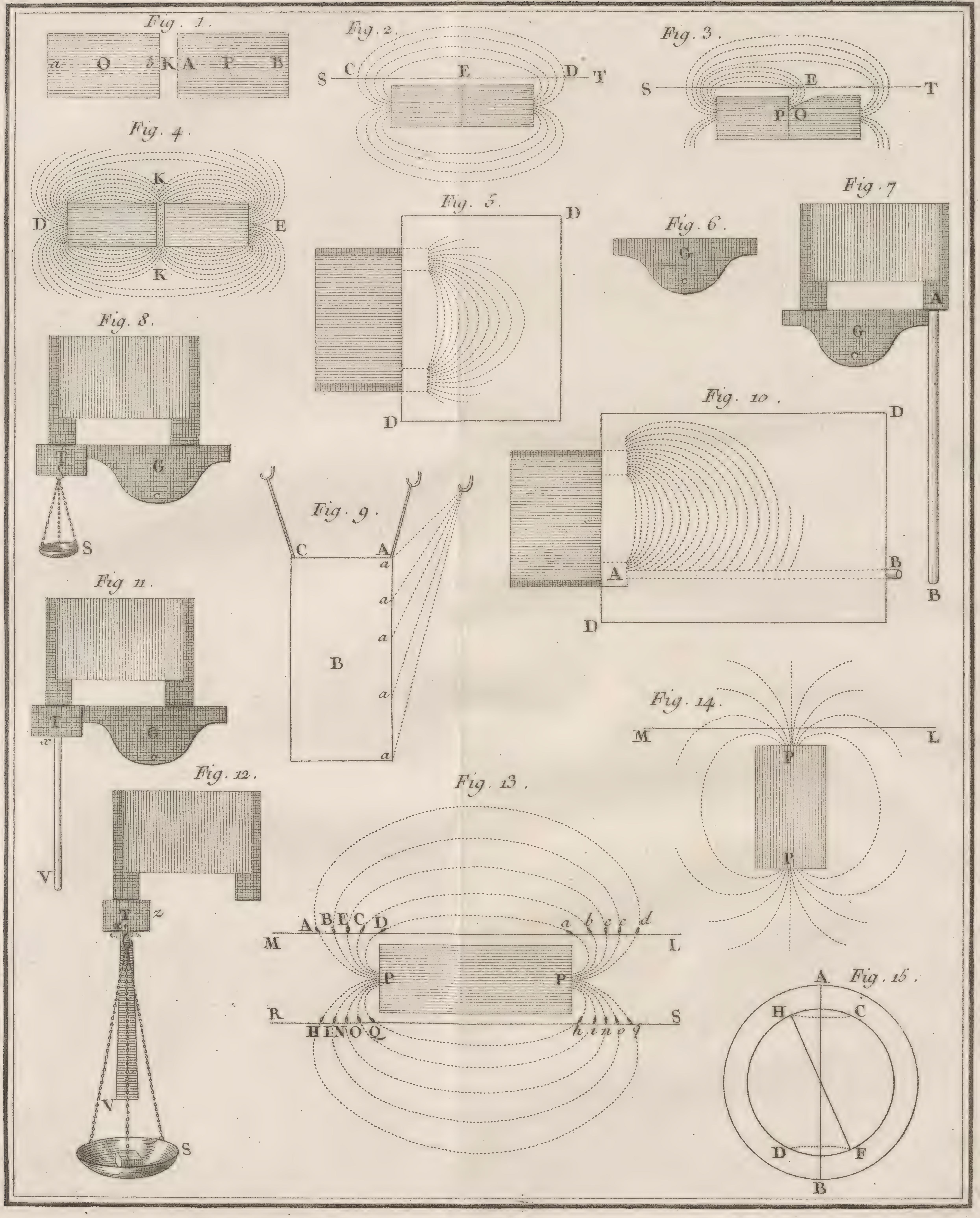
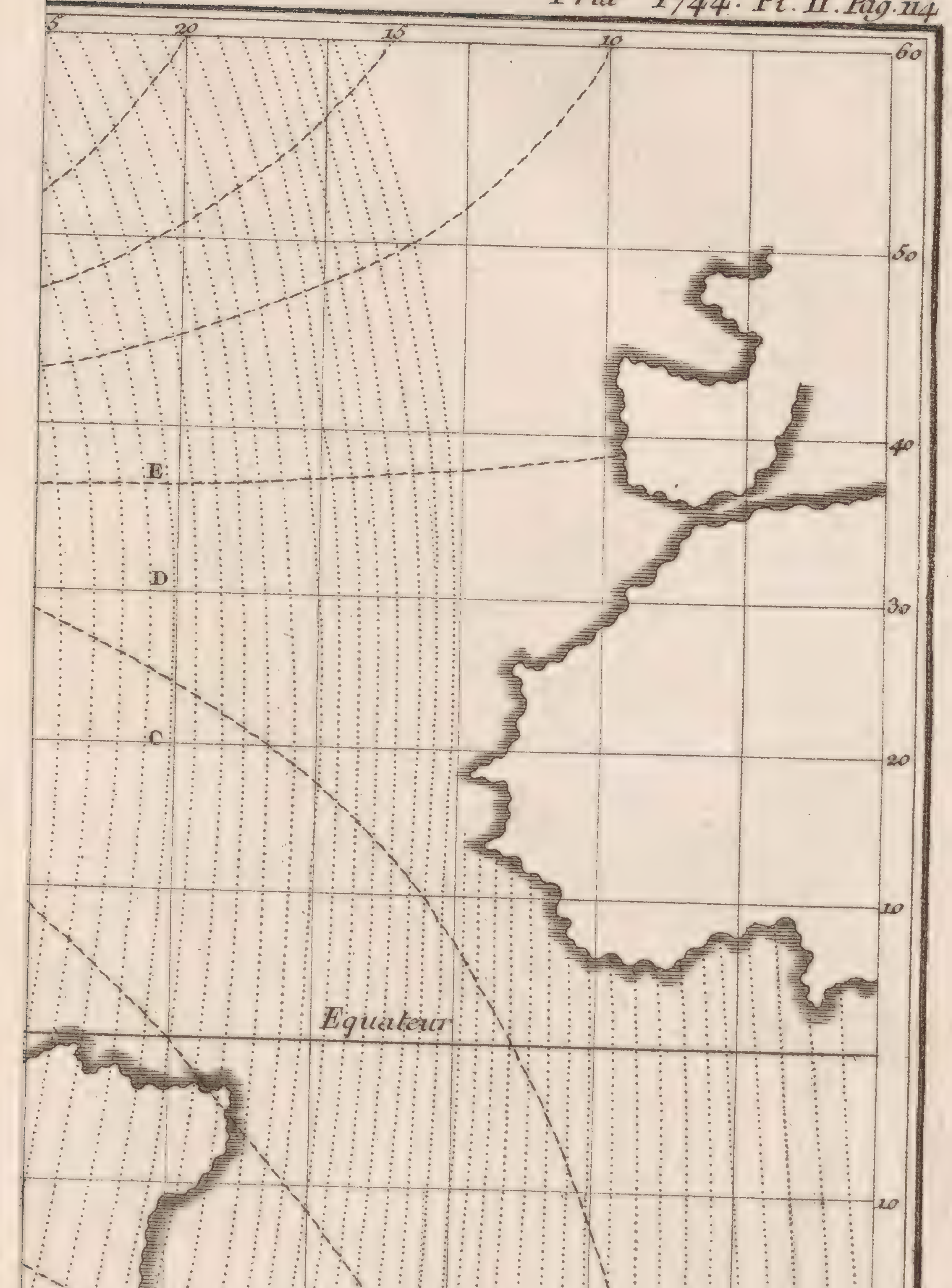
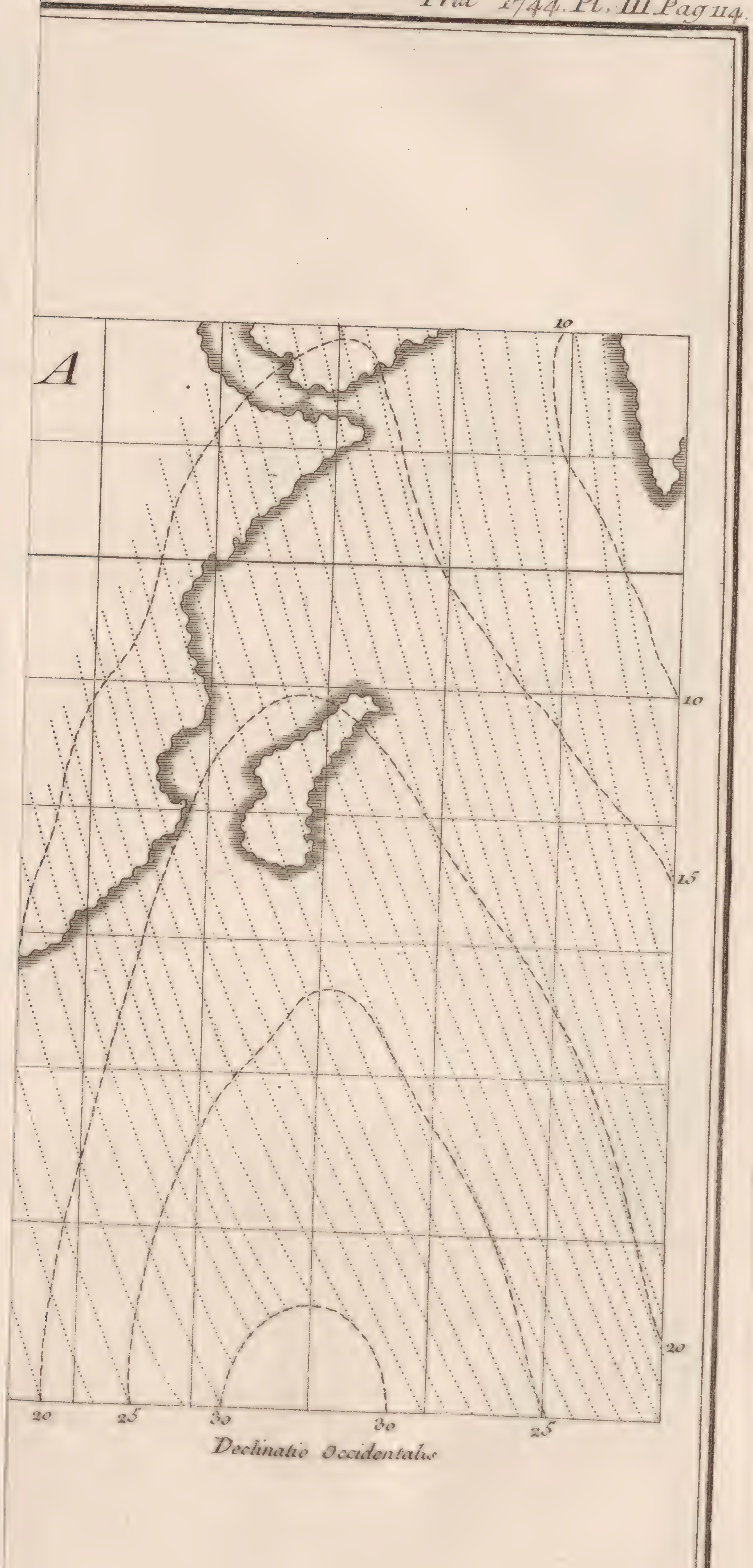
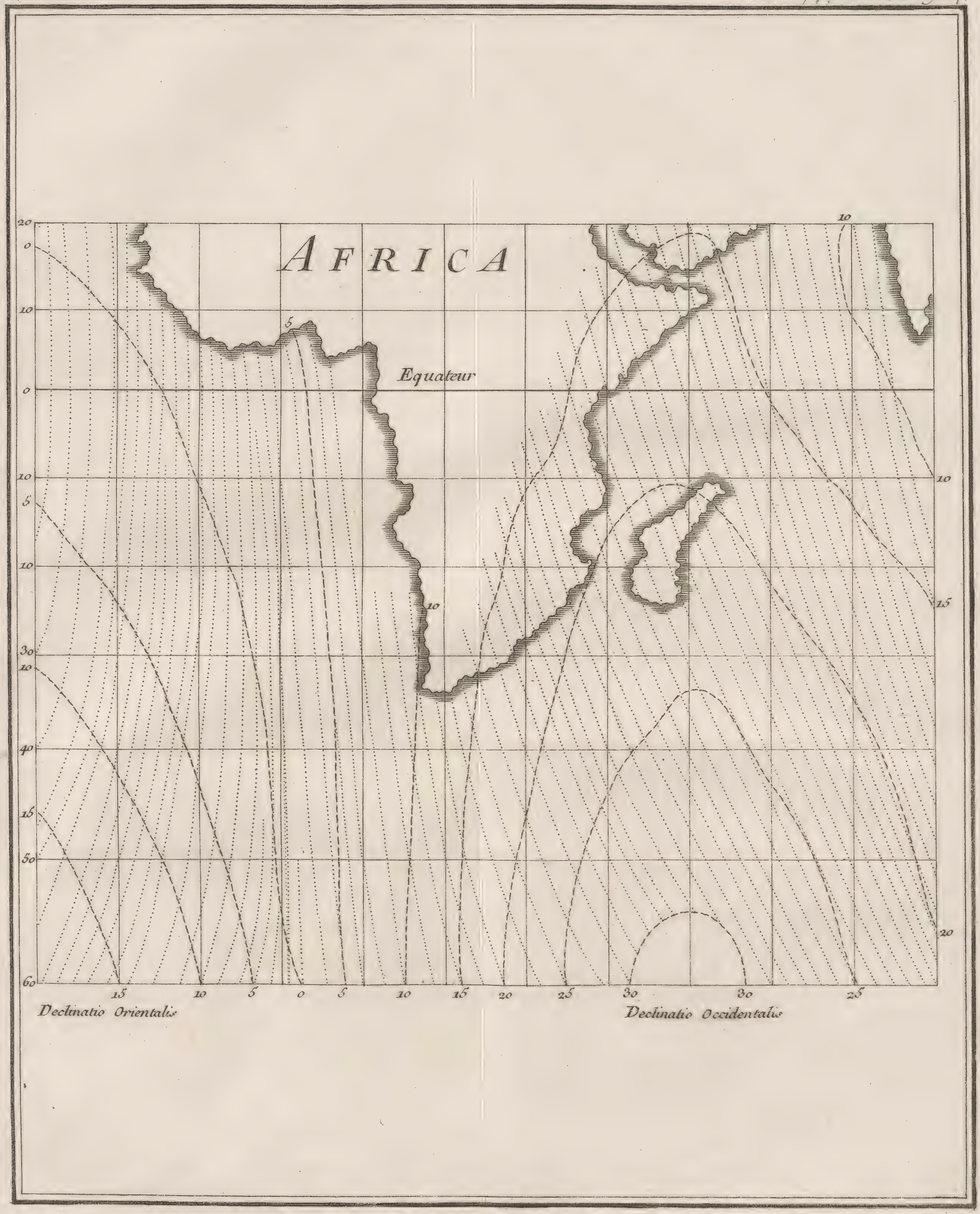


Fig. 1.
a O b K A P B
Fig. 2.
S C E D T
Fig. 3.
S E T
P O
Fig. 4.
K
D E
K
Fig. 5.
D
D
Fig. 6.
G
Fig. 7
A
G
B
Fig. 8.
T G
S
Fig. 9.
C A
a
a
a
B
a
a
Fig. 10.
D
A B
D
Fig. 11.
T G
x
V
Fig. 12.
T z
V
S
Fig. 13.
A B E C D
a b e c d
M L
P P
R S
H I N O Q
h i n o q
Fig. 14.
M L
P
P
Fig. 15.
A
H C
D F
B


20
15
10
60
50
40
30
20
10
E
D
C
Equateur
10
20
30
40
50
25
20
15
10
5
0 Declin.s Occid.
60

Declin. Occiden.
Equateur
Declin. Orientalis
Declin. Occid.
A
B
C
D
E
F


A
10
10
15
20
20
25
30
30
25
Declinatio Occidentalis


AFRICA
Equateur
Declinatio Orientalis
Declinatio Occidentalis

DESCRIPTION
DES
COURANTS MAGNÉTIQUES
DESSINÉS ET GRAVÉS D'APRÉS NATURE
EN XV. PLANCHES,

SUIVIE

DE QUELQUES OBSERVATIONS

SUR L'AIMAN,

Par Mr. * * * de l'Academie des Belles-Lettres de la Rochelle, & Correſpondant de l'Academie Royale des Sciences de Paris.

A STRASBOURG,
Chez JEAN-FRANÇOIS LE ROUX, Imprimeur du Roy & de l'Evêché.

M. DCC. LIII.
AVEC PERMISSION.

A
SON ALTESSE EMINENTISSIME
MONSEIGNEUR LE CARDINAL
DE ROHAN SOUBISE,
EVEQUE ET PRINCE DE STRASBOURG,
GRAND-AUMONIER DE FRANCE,
LANDGRAVE D'ALSACE,
&c. &c.

MONSEIGNEUR,

L'Ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à VOTRE ALTESSE EMINENTISSIME est un tribut que je prends la liberté d'offrir à la protection dont Elle daigne m'honorer. La matiere qui en fait le Sujet ne lui est point inconnuë. Vous sçavez, MONSEIGNEUR, que les sentimens des Sçavants sont partagés sur les causes du magnétisme. Ce fluide mal connu jusqu'à présent, est tracé d'après na-

ture dans mon livre, d'une maniere bien différente de celle que l'on a ſoupçonnée. Il s'agit donc de concilier les anciens ſyſtêmes avec mes deſſins, dont la nature elle-même m'a fourni le modele : On ne ſçauroit errer en ſuivant ſes traces. Qui peut mieux juger des avantages qui en peuvent naître, que VOTRE ALTESSE EMINENTISSIME, dont nous avons admiré les ſuccès dans l'Etude des Sciences divines & humaines, & que nous voyons aujourd'hui porter la Sageſſe de ſes Conſeils juſqu'au Thrône. La déciſion de VOTRE ALTESSE EMINENTISSIME ſera ma loi ; & ſon approbation, ſi je la mérite, le prix le plus précieux que je puiſſe attendre de mon travail ; je ſuis avec un très profond reſpect,

MONSEIGNEUR,

DE VOTRE ALTESSE EMINENTISSIME,

Le très-humble & très-obéïſſant Serviteur,
BAZIN.

DESCRIPTION
DES COURANTS MAGNÉTIQUES.

QUOIQUE l'Aiman ſoit un des objets de la Phyſique les plus connus ; Quoique par la ſingularité de ſes effets, & pour ſes utilités, il faſſe depuis pluſieurs ſiécles l'étude des plus grands Philoſophes, il n'eſt pas moins conſtant qu'il eſt toujours un des Phénomènes de la nature dont les cauſes ſont encore les plus enveloppées de ténébres. Nous n'en jouiſſons que comme les aveugles jouiſſent de la chaleur du Soleil. On croit communément que la nature a des myſteres dont la connoiſſance nous eſt interdite pour jamais. Il eſt vrai qu'il y en a dont la profondeur ſemble s'oppoſer à nos eſperances ; mais qui peut les aſſigner ? En un mot nous n'avons point de certitude que le ſujet dont j'ai entrepris de parler, ſoit de ceux que nous ſommes condamnés à ignorer. Il paroît ſeulement, par les efforts de tant

de ſçavants hommes qui s'y ſont appliqués, & par le peu de progrès qu'ils y ont faits, que l'on ne peut eſperer que du tems & de la ſucceſſion de leurs travaux, de voir diſſiper peu à peu les ombres qui nous le couvrent ; que ce ne ſera qu'à pas lents que l'on y parviendra. Ce ſeroit donc une choſe utile pour la Phyſique de faire un pas de plus dans cette ſombre carriere, & d'y porter une lumiere propre à en éclairer le chemin. C'eſt ce que je crois avoir fait par le moyen des coupes des Tourbillons magnétiques dont je donne les deſſeins, & qui fixent à la vuë le cours d'un fluide que l'on avoit juſqu'à préſent plutôt imaginé que bien vû.

On ſçait depuis long-tems par une expérience ſouvent répetée, que ſi l'on jette de la limaille de fer ſur une feuille de papier, & que l'on paſſe deſſous le papier une pierre d'aiman, l'on peut voir differents contours que la matiere magnétique fait prendre à la limaille. Il y a de quoi s'étonner que l'on n'ait pas pouſſé cette expérience juſqu'où elle pouvoit aller, en la faiſant mieux que l'on ne la fait ordinairement ; ce qui n'étoit pourtant point difficile, comme je le ferai voir bientôt ; elle ouvroit un beau chemin pour nous conduire à une plus parfaite connoiſſance du courant de la matiere magnétique, ſans laquelle on ne peut avoir une véritable Théorie des Phénomènes de l'aiman.

Le grand & important uſage que l'on fait tous les

jours de cette Pierre admirable pour nous faire connoître les Poles du monde, dans l'obſcurité même de la nuit la plus profonde, paroît à bien des perſonnes devoir ſuffire pour contenter nos deſirs. Cela ſuffit effectivement au marchand & au navigateur, qui n'ont d'autre ambition que celle d'aller chercher les tréſors des Indes : Mais le Philoſophe qui met la ſienne à conſidérer la nature, & à tâcher de connoître les reſſorts par leſquels elle opere ſes merveilles, abandonne au Pilote le Timon du Vaiſſeau, & s'attache à étudier cette aiguille qui le conduit, & qu'une vertu inviſible dirige conſtamment du Nord au Midy lorſqu'elle n'eſt point détournée par quelqu'obſtacle : il cherche ce que c'eſt que cette vertu ſecrete, d'où elle vient, quelle route elle tient dans ſa courſe, d'où elle tire cette force étonnante qui lui fait ſoutenir des poids d'une peſanteur conſidérable : il eſpere en découvrir la ſource, & peut-être lui trouver des uſages inconnus juſqu'à préſent : Car la nature féconde dans ſes opérations eſt œconome dans ſes moyens, un ſeul lui ſuffit ſouvent pour operer bien des merveilles de genres differents. Le même air qui nous fait reſpirer, nous fait paſſer les Mers. C'eſt une choſe préſentement décidée, que tout ce qui appartient à l'Hiſtoire naturelle, tout inutile qu'il puiſſe paroître au commun des hommes, eſt digne des recherches de la Philoſophie, dont l'étude eſt de nous élever à la connoiſſance de l'Etre Suprême par celle

de ses ouvrages, & de tâcher de rencontrer de ces choses utiles pour l'usage de la vie, que la nature ne découvre qu'à ceux qui l'interrogent par l'étude & les expériences. C'est à de pareilles tentatives, que nous devons la perfection des arts.

Après m'être instruit autant que j'ai pu de ce que l'on a écrit sur l'aiman & ses vertus, il m'arriva ce qui est arrivé à tant d'autres; ce fut d'être saisi de la demangeaison de former un systême; j'en fis un qui étoit (comme ils sont tous) un composé de ce que la nature veut bien nous laisser voir, suppléé par l'imagination. Je le communiquai à une personne bien connuë, & très versée dans ces matieres, qui me fit des objections qui renverserent bientôt la plus grande partie de mes idées. Ces idées étoient cependant toutes fondées sur le courant de la matiere magnétique, tel à peu près qu'il est exposé dans nos Livres de Physique. Je reconnus alors que cette partie de la Théorie de l'Aiman étoit encore bien imparfaite, & avoit besoin d'être éclairée par plus d'une expérience. Je sentis que la meilleure seroit de rendre visible cette matiere subtille, qui sans se faire voir, agitte le fer & l'aiman suivant des loix certaines; ou, ce qui est équivalent, de lui faire tracer sous nos yeux en caracteres lisibles son cours & toutes ses infléxions; l'ancienne expérience, dont j'ai parlé, de faire mouvoir la limaille de fer sur une feüille de papier par le moyen d'une pierre d'aiman que l'on

proméne par dessous, m'en montroit la possibilité. On voit dans les Memoires de l'Academie que Mr. de la Hire faisoit grand usage de cette maniere de connoître les effets de l'aiman ; mais il ne nous en a donné que peu de figures, qui laissent bien des choses à desirer. Mr. Musschenbroek a été plus loin dans cette façon d'observer. Nous trouvons dans sa *Dissertation Physique & expérimentale sur l'Aiman*, six ou sept figures qui représentent en petit & à peu près le cours du flux magnétique dans quelques circonstances. Mais en général toutes ces expériences, qui n'ont point été faites comme elles auroient dû l'être, me firent concevoir qu'en corrigeant cette méthode, & la conduisant plus loin & dans un plus grand détail, on pourroit la varier de tant de façons, & voir le flux magnétique sous tant d'aspects differents, que l'on arriveroit peut-être à connoître avec plus de certitude le cours & la nature de ce fluide ; ou qu'en tout cas je le ferois voir dans des tableaux fideles & en grand, sur lesquels on pourroit asseoir un jugement plus assuré, & réformer ceux que l'empressement de juger a fait imaginer.

Les premieres expériences que je fis sur cela me réussirent avec plus de facilité que je ne m'y attendois. Les personnes à qui je les montrai, virent avec plaisir le fluide magnétique arranger lui-même, & sans le secours de la main, la poudre ferrugineuse de vingt manieres differentes, suivant les differentes positions

que je donnois à plusieurs aimans approchés les uns des autres, où mis en opposition. En me servant, comme j'ai fait, de limaille d'acier passée au tamis fin, cette poudre dessinoit sur le papier toutes les routes du flux magnétique avec une régularité, une netteté & une précision admirables. Je me suis servi quelquefois de cette poudre d'acier que l'on vend dans les Pharmacies, & dont les Médecins ordonnent l'usage pour plusieurs maladies, après l'avoir fait sécher au feu ; Alors on auroit cru voir l'ouvrage du burin le plus délicat. Enfin ces expériences m'ont montré des Tourbillons de matiere magnétique peu connus ; elles m'ont fait voir ce qui arrive à ce fluide, soit à la rencontre de deux Poles opposés, soit lorsque deux Poles semblables s'approchent ; comment il embrasse, & saisit le fer que l'on lui présente : pourquoi dans certaines circonstances il attire, & que dans d'autres il repousse ; comment-il paroît décrire dans un cercle une partie de ceux de notre Sphère, un Pole artique, un Pole antartique, un Equateur : Il est agréable de voir de ses yeux les traces d'une puissance que l'on soupçonnoit se soustraire à nos recherches.

Le succès de mes expériences ayant répondu à mon attente, j'ai cru que ce seroit rendre service aux amateurs de cette partie de la Physique, que de leur en faire part. C'est ce que je me suis proposé dans cet écrit. Je dirai d'abord de quelle façon je les exécute : je rendrai compte ensuite de l'effet qu'elles produisent,

ce que l'on comprendra facilement au moyen des Planches que j'ai fait graver, qui les représentent toutes fidellement, & des explications qui les précedent. Je terminerai enfin ce petit ouvrage par quelques réfléxions sur la matiere magnétique.

UNE Pierre d'aiman armée, telle que l'on les a communément, est fort mal disposée pour recevoir toutes les differentes situations dans lesquelles je voulois mettre plusieurs aimans en opposition. Pour éviter cet inconvénient, j'ai fait faire un nombre de lames d'acier de figures régulieres, telles que l'on peut les voir dans les Planches: Je leur ai donné peu d'épaisseur, quelquefois une demie ligne, quelquefois une ligne ou deux. Après les avoir aimantées, je les mettois sur ma table dans la situation où je les voulois, & posant dessus une feuille de papier blanc, je semois sur le papier de la limaille fine d'acier, ou de fer; mais pour la semer plus régulierement je la faisois passer par un petit tamis de soye. Pendant que cette poudre tombe on la voit déja s'arranger elle-même, & pour achever de lui faire prendre toute la perfection du dessein que le flux magnétique peut lui donner, il faut frapper sous la table des petits coups avec une clef, ou un petit marteau. Ces petits coups qui font sauter les paillettes ferrugineuses, les dégagent des rugosités du papier, les mettent en l'air, où elles reçoivent plus facilement l'impression du flux magné-

tique, qui les pouſſe & les place où il lui convient qu'elles ſoient. Voilà tout ce qu'il eſt néceſſaire de ſçavoir pour parvenir à faire les expériences dont je vais rendre compte, & qui ſont deſſinées d'après nature dans les Planches ſuivantes. Comme elles ſont exactement des coupes des tourbillons magnétiques, je penſe que c'eſt ce que l'on pouvoit faire de mieux pour en donner des idées vraies, auſquelles l'imagination qui nous trompe ſi ſouvent, & la vraiſemblance qui n'eſt pas toujours la vérité, n'ont aucune part.

EXPLICATION

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

CETTE Planche Fig. 1. fait voir deux lames d'acier aimantées qui ſe touchent par leurs Poles contraires *N* & *S* & s'écartent l'une de l'autre par les extrémités oppoſées. Ces deux Poles *N* & *S* étant ceux par leſquels ces lames s'attachent & s'attirent l'une l'autre, laiſſent voir ce que c'eſt que cette attraction, & comment le fluide magnétique les embraſſe par des lignes courbes, en deſſus & en deſſous du point de contact, l'angle intérieur étant plus chargé de limaille que le ſupérieur. On peut remarquer au milieu de chacune de ces deux lames un tourbillon qui ſe forme au tour des lames droites *A A*, c'eſt ce que l'on appelle l'équateur de l'aiman. Les deux Poles inférieurs *S* & *N* ne marquent aucune difference dans la ſortie du fluide magnétique. Si on écarte ces lames juſqu'à ne faire plus enſemble qu'une ligne droite, comme dans la Fig. 2. on n'en voit que mieux ce courant circulaire du fluide qui les lie & les preſſe

l'une contre l'autre. On pourroit croire que cette ligne noire & épaiſſe que l'on voit entre ces deux lames, eſt une ſéparation, je dois avertir que c'eſt un effet de la limaille qui s'eſt aſſemblée, & a couvert le ligne du contact.

PLANCHE II.

LA Figure 1. repréſente deux lames aimantées qui ſe touchent par leurs Poles *N* c'eſt-à-dire comme on les nomme communément par leurs Poles du même nom. On ſçait que dans cette ſituation elles ne peuvent s'attacher, ni s'attirer. L'arrangement des parties ferrugineuſes en fait voir la cauſe dans cette Planche. En la comparant à la précédente, on peut rémarquer dans celle-ci que le fluide magnétique, en ſortant des Poles *N* & *N* continue ſa route directement, & que ces deux courants ſe choquent & ne ſe confondent point. L'angle intérieur qui dans la Figure précédente étoit le plus chargé de limaille, en eſt vuide dans celle-ci, celle que j'ai voulu y ſubſtituer en a toujours été repouſſée. Un peu au deſſous de ce vuide les fluides magnétiques qui s'échappent des deux lames, tournent en ſe rabattant vers le bas, & coulent ſéparément & ſans ſe mêler, juſqu'à ce qu'ils ſe joignent aux tourbillons qui environnent le milieu des lames, c'eſt-à-dire aux équateurs *A A*. Lorſque l'on met ces deux lames l'une au bout de l'autre, pour en faire une ligne droite Fig. 2. la matiere magnétique s'é-

chappe par les côtés ſans chercher à ſe joindre. Si au lieu d'oppoſer les Poles *N* on oppoſe les Poles *S* le même effet en réſulte.

PLANCHE III.

LA Fig. 1. montre deux lames aimantées, préſentées l'une à l'autre par leurs Poles contraires; mais arrêtées à la diſtance que l'on voit ici. La diſpoſition de la matiere magnétique ſortant des deux Poles contraires qui cherchent à s'unir, paroit dans cette Figure d'une maniere bien évidente. Si ces deux lames venoient à ſe toucher, tous ces grands cercles qui vont de l'une à l'autre, ſe trouveroient raccourcis & appliqués en dehors, comme on l'a vû dans la Planche I. Fig. 2. La Fig. 2. de la préſente Planche eſt celle de deux Poles de même nom, préſentés à quelque diſtance. La contrarieté des deux fluides, qui ſe choquent & ſe repouſſent l'un l'autre, ne pourroit être mieux marquée, ſi le fluide magnétique étoit une matiere viſible.

PLANCHE IV.

LA Fig. 1. repréſente une lame aimantée & terminée à chaque bout par un petit Parallépipéde de fer doux. Mon objet a été de faire voir que la matiere ſort également par les deux Poles *A A*, que la limaille n'a pû tenir ſur leurs ſurfaces, & de montrer ce tourbillon *B B*, que je crois être le foyer de la ma-

tiere magnétique ; ceux qui pensent que le fluide magnétique entre par un bout & sort par l'autre, auroient, je crois, de la peine à déterminer quelle est dans cette Figure, l'entrée, & quelle est la sortie. La Fig. 2. montre plusieurs effets differents, produits sur la même lame, contre laquelle j'en ai appliqué deux autres *B* & *A* par leurs Poles *S*. La premiere lame horizontale *B* produit l'effet ordinaire de la matiere magnétique, lorsqu'elle rencontre deux Poles de different nom. Mais la lame *A* en produit un singulier ; car ce tourbillon *C*, qui étoit au milieu de la lame verticule, a été déplacé & est remonté plus haut du côté de la lame *B*. La lame *A* fait voir encore, dans les angles de sa jonction avec la verticale, deux courants contraires ; le supérieur est semblable à celui qui provient de l'approche de deux Poles de differents noms, & l'inférieur est celui qui résulte de l'approche de deux Poles semblables. La preuve que ce changement n'est point un effet du hazard, c'est qu'autant de fois que j'ai présenté la lame *A* par son Pole *N*, ou par son Pole *S*, ces deux differents courants changoient de place, & prenoient conjointement avec le tourbillon le dessus ou le dessous de la lame.

PLANCHE V.

ON voit dans la Fig. 1. deux lames aimantées & accolées, leurs Poles de differents noms étant vis-à-vis l'un de l'autre. La maniere dont le fluide magné-

tique ſe courbe pour lier ces poles, eſt encore ici bien marquée; mais le tourbillon qui auroit dû ſe former au milieu des lames, paroît preſque effacé. La Fig. 2. repréſente deux lames aimantées & aſſemblées à la maniere de Mr. *Knigt*; c'eſt-à-dire ſéparées par une lame de bois, & terminée à chaque bout par une petite traverſe de fer doux, qu'il appelle *un portant*. Les places blanches marquées par les Lettres *aa*, étoient occupées par ces petits portants, ou parallépipédes; la limaille s'en eſt retirée pendant que je frappois ſous la table, pour l'obliger à prendre ſa place; & en même tems celle qui couvroit les lames d'acier, s'eſt jettée ſur la barre de bois, où elle s'eſt arrangée en lignes épaiſſes, & ſerrées comme on les voit. Les tourbillons ſont fort bien marqués au tour de chaque lame. Ce qu'il y a encore ici de ſingulier, c'eſt que le flux magnétique ne tourne, & n'embraſſe ces petits parallépipédes que d'un ſeul côté, & qu'il les embraſſe également par les deux Poles de la même lame *A A*, pendant qu'il s'échappe en ligne droite par les deux Poles de celle qui lui eſt oppoſée *B B*; & cependant ces deux portants ſont attirés d'un & d'autre côté par une force qui paroît égale.

PLANCHE VI.

LA Fig. I. eſt celle de deux lames éloignées l'une de l'autre de la maniere que l'on les voit ici, oppoſées par leurs Poles de même nom, & terminées par

deux parallépipédes de fer doux. Les deux tourbillons y ſont nets, & bien marqués. Mais l'on doit prendre garde ſur tout à l'arrangement curieux de la matiere magnétique dans l'intervalle des deux lames. Cet arrangement n'eſt cependant que l'effet de l'oppoſition des Poles de même nom. Ce ſont les deux lames de la Planche II. placées parallelement. Les deux morceaux de fer des extrémités n'y étoient point néceſſaires, ils ne ſont attirés, ni repouſſés, en les ſupprimant, tout eut été encore de même. La Figure 2. eſt celle d'une lame qui a deux tourbillons *A A*; Et la Fig. 3. celle d'une pareille lame qui en a quatre *A A A A*. Cette multiplicité de tourbillons vient de la maniere dont je les ai aimantées. Pour faire naître les deux tourbillons de la Fig. 2. j'ai pris une lame aimantée comme à l'ordinaire, qui n'avoit qu'un tourbillon, je l'ai aimantée de nouveau en me ſervant de deux pierres d'aiman armées, j'ai poſé les Poles de même nom de ces deux pierres ſur les extrémités de la lame, l'un à un bout, l'autre à l'autre, puis je les ai conduits enſemble en frottant juſqu'à leur rencontre au milieu de la lame ſept à huit fois. Pour faire paroître les quatre tourbillons de la Fig. 3, j'ai fait partir les deux mêmes Poles enſemble du milieu de la lame, & les ai menés juſqu'aux extrémités autant de fois.

PLANCHE VII.

LA 1. & la 2. Fig. ſont compoſées chacune de

deux lames aimantées, diſpoſées, & accollées comme on les voit ici. Lorſqu'on aura pris garde à la diſpoſition des Poles, on obſervera dans la 1. Let. *A A*, de quelle façon le flux magnétique eſt repouſſé & ſoufflé, pour ainſi dire, du bout de chacune de ces lames, & comme elles ont chacune leur tourbillon, Let. *B B*. Dans la 2. Fig. la matiere magnétique qui ſort par les deux bouts de chaque lame, ſe jette en tournant ſur ſa voiſine, & y forme un tourbillon commun, Let. *C C*. La Fig. 3. eſt celle d'un aiman artificiel de la conſtruction de Mr. *Brackenhoffer*, mais qu'il a bien perfectionné depuis. Celui-ci m'a ſervi pour l'experience d'un mouvement perpetuel, dont il ſera parlé dans les Réfléxions.

PLANCHE VIII.

ON voit ici un triangle composé de trois lames qui ont été toutes trois aimantées du même ſens. Les deux lames qui font la pyramide ont leurs tourbillons de matiere magnétique placés à l'ordinaire ; celle qui fait la baſe de ce triangle n'en a qu'un petit, avancé vers ſon *N*. La matiere magnétique embraſſe par des lignes courbes & lie d'une maniere bien viſible les trois angles de ce triangle. Dans la Fig. 2. je n'ai fait que retourner la lame de la baſe, & mettre ſes Poles vis-à-vis les Poles de même nom des deux autres lames, le tourbillon a repris ſa place auſſi-tôt, & toute ſa grandeur ; & le flux magnétique eſt ſorti des angles

intérieurs par deux courants opposés qui paroissent se repousser.

PLANCHE IX.

LA Fig. 1. est celle d'une pierre d'aiman armée. Elle fait voir le courant de la matiere magnétique entre les deux Poles, & sortant avec affluence des pieds de l'armure. La Fig. 2. est celle d'une pareille pierre renversée, & dont les pieds se présentent à la vuë par leur surface inférieure, je veux dire par celle qui appuye sur le fer que l'on veut enlever. Elle fait voir de quelle façon le souffle magnétique a dispersé la limaille dont j'ai soupoudré le papier que j'avois posé sur ces deux pieds. Ceux-ci sont bien marqués par les deux petits quarrés de poudre ferrugineuse qui s'est assemblée au tour des quatre faces, où les pailletes se tiennent de bout pendant que par tout ailleurs elles sont couchées. La Fig. 3. est celle d'une aiguille de boussole. On y peut remarquer trois tourbillons, & que la matiere magnétique sort toujours avec plus d'abondance par le Pole *N* que par le Pole *S*.

PLANCHE X.

La premiere Figure montre deux lames aimantées & placées *N* contre *N*; au dessus est un morceau de fer doux, éloigné d'une petite distance, pour faire voir de quelle façon le flux magnétique le repousse.

La

La Fig. 2. repréſente les mêmes lames oppoſées par leurs Poles contraires. Elles font voir ici comment le flux magnétique va au devant du morceau de fer doux, & l'embraſſe. Je n'ai fait deſſiner que des demies lames, leur longeur entiere n'auroit rien appris de plus. La 3. & la 4. Figures ne ſont ici que pour être miſes l'une & l'autre en parallele. La 4. eſt copiée d'après le deſſin d'un de nos plus grands Philoſophes, qui a voulu nous donner le cours du fluide magnétique de la maniere dont il le conçoit, lorſque l'aiman *A* attire le fer *B*. C'eſt auſſi celle que *Deſcartes* & le plus grand nombre des Phiſiciens ont imaginé; mais la 3. Fig. qui repréſente le même effet, & qui eſt deſſinée d'après nature, montre la prodigieuſe difference qui eſt entre le vrai & le fictif, & que l'on n'avoit qu'une idée bien fauſſe du courant de ce fluide au tour d'un aiman.

PLANCHE XI.

CETTE Planche fait voir une lame d'acier aimantée & figurée comme un fer à cheval. Les traits de Burin qui y ſont répandus repréſentent toutes les petites pailletes ferrugineuſes de la limaille, dans l'ordre où le flux magnétique les avoit rangées. Ce n'eſt point un arrangement formé par le hazard, il a toujours été le même autant de fois que j'ai recommencé cette expérience. Il en eſt ainſi de tous les deſſins des autres Planches. On peut remarquer dans celle-

ci ce que l'on trouve par tout, c'eſt que la limaille eſt toujours emportée vers les extrémités, & ſur les angles de l'aiman & du corps aimanté, & qu'elle quitte facilement les ſurfaces. Une autre obſervation à faire, eſt que la partie la plus élevée *A* de ce cercle, paroît plus dénuée de matiere magnétique que le reſte; au lieu que ſi j'avois laiſſé cette lame dans toute ſa longueur, ſans lui donner la figure circulaire, cette partie qui fait le milieu de la lame, ſe ſeroit trouvée environnée d'un tourbillon de matiere magnétique, que l'on ne voit ici que bien légerement, mais qui paroît mieux dans les Planches où les lames ſont droites. Un effet encore très remarquable, ce ſont ces lignes courbes qui marquent diſtinctement le courant du fluide magnétique, & qui partant des deux Poles *N* & *S*, viennent ſe rencontrer comme pour ne faire qu'un lien commun entre les deux Poles.

Cette Planche ayant été deſſinée d'après une figure tracée avec une limaille un peu trop groſſiere, ne m'a point donné un deſſin ſi net, & ſi bien détaillé que celles qui ſont faites d'après une poudre d'acier plus fine.

PLANCHE XII.

LA Figure 1. eſt le même fer à cheval portant par ſes deux Poles une lame d'acier aimantée. Les Poles du même nom, tant de la lame que du fer à cheval, ſont chacun du même côté. On peut appercevoir ici les tourbillons qui partent de chaque Pole du fer

à cheval, qui paroiſſent traverſer la lame & l'embraſſer. Dans la Fig. 2. je n'ai fait que déplacer les Poles de la lame, & les oppoſer chacun à leur contraire, il n'y a plus qu'un tourbillon qui s'eſt placé dans le milieu; & le flux magnétique des angles ſupérieurs & extérieurs *B B*, tant celui qui ſort du fer à cheval que celui de la lame qu'il ſupporte, ſe chaſſent & ſe repouſſent l'un l'autre.

PLANCHE XIII.

CETTE Figure eſt formée par une lame d'acier aimantée & tournée en S. Le cours du fluide m'y a paru ſi ſingulier & ſi curieux, que je ne doute point qu'il ne faſſe plaiſir à voir. Cette lame a été aimantée en paſſant d'abord le Pole *N* de la pierre depuis le Pole *N* de la Fig. juſqu'en *S*, & en ramenant enſuite le Pole *S* de la pierre depuis l'*S* de la Figure juſqu'en *N*. La lettre *A* marque la place du tourbillon.

PLANCHE XIV.

C'EST ici un cercle d'acier aimanté. Les deux places qui paroiſſent nébuleuſes ſur ſa ſurface, parce que la limaille s'y eſt fixée, ſemblent marquer les Poles de ce cercle par les lignes courbes que le flux magnétique y forme, & qui imitent aſſez bien une projection de Sphére; on croit y voir un Pole arctique, un Pole antarctique, un équateur. Mon premier mou-

vement fut de croire que le matiere magnétique circule de même dans la terre & au tour, que celle-ci a vers ses Poles deux tourbillons pareils ; cependant on pourra être surpris, comme je l'ai été, que ces deux tourbillons de notre cercle sont son équateur, & que ses Poles sont où je les ai marqués, & comme l'aiguille de la boussole me les a indiqués. C'est aussi ce qu'a apperçû autrefois Mr. *de la Hire*, mais sans nous en dire la raison. L'origine de ces tourbillons vient de la maniere dont ce cercle a été aimanté. En partant d'un point marqué, on a d'abord conduit le Pole Nord d'une pierre d'aiman armée jusqu'au haut du diamétre du cercle correspondant au point dont on est parti ; puis en revenant, on a conduit le Pole Sud de la même pierre dans l'autre partie du cercle, depuis le même point jusqu'à celui où avoit fini l'autre. Ce sont ces deux points qui ont fixé les tourbillons. On a vû des exemples de ces tourbillons, formés & fixés par la maniere d'aimanter, dans quelques expériences précédentes.

PLANCHE XV.

L'ON verra dans mes réfléxions sur la matiere magnétique, que j'ai cherché à connoître par où ce fluide entre dans l'aiman & dans les lames aimantées. Fondé sur une expérience que j'y rapporte, j'ai été déterminé à croire qu'il entre par l'équateur, c'est-à-dire par ce tourbillon qui le désigne toujours, & qu'il sort des

lames par les deux bouts à la fois, comme par les pieds de l'aiman armé. Mais étant prêt de voir terminer l'impreſſion de ce petit ouvrage, j'ai tenté une autre expérience qui paroît confirmer ma conjecture d'une maniere beaucoup plus évidente. C'eſt celle qui fait le ſujet de cette Planche. On y voit deux lames courbes *A* & *B*, dont la ſupérieure *A* eſt plus forte en matiere, & en vertu magnétique que l'inférieure *B*; elles ſont oppoſées par leurs Poles de même nom, & un peu éloignées l'une de l'autre pour rendre plus ſenſible la rencontre de leurs courants. Cette diſpoſition fait voir que la matiere magnétique ſortant avec plus de force & d'abondance de la lame ſupérieure, a chaſſé la limaille qui auroit dû s'attacher ſur les Poles de la lame inférieure *C C*, & qu'elle fait courber en *D D* le flux magnétique qui s'échappe des côtés de cette petite lame; il ſemble qu'elle péſe deſſus, ou la ſouffle. Cette preſſion ſe fait également à l'un & l'autre Pole. Or ſi le flux magnétique entroit en même tems par les deux Poles de la grande lame, celui qui ſort des côtés de la petite lame, étant le plus foible, ſeroit dirigé en enhaut, au lieu d'être comme il eſt, pouſſé vers le bas. Si ce même flux entroit, comme on le croit communément, par une des extrémités de la lame pour ſortir par l'autre, on verroit d'un côté ou de l'autre une difference dans les effets du courant. Mais à la ſeule inſpection de cette Figure, il eſt difficile de ne pas croire que le flux magnétique ſort & ſouffle par

les deux Poles de la grande lame en même tems : cependant comme il faut qu'il ſoit remplacé à meſure qu'il ſe diſſipe, il paroît qu'il ne peut l'être que par celui qui s'introduit par ce tourbillon qui forme ſon équateur, & qui ſe trouve dans le milieu des lames en *E*, à moins que l'on ne le déplace exprès.

QUELLES concluſions tirer de tous ces differens courants, tant courbes que directs, ſe mêlant, ou ſe repouſſant, que l'on voit dans le fluide magnétique? comme les expériences dont je viens de donner le détail, peuvent être multipliées beaucoup au delà de celles que je préſente, & donner par conſéquent de plus grandes lumieres, je me diſpenſerai d'en rien conclure pour ne me pas mettre dans le hazard de conclure trop tôt. Je crois avoir aſſez fait, ſi je rappelle l'attention de ceux qui verront ces courants, ſur une route juſqu'à préſent mal connuë, & qui mérite certainement de l'être mieux. Je viens d'y faire voir des faits nouveaux, qui montrent que parcouruë dans une plus grande étenduë, elle peut nous en découvrir d'autres, & nous mener à de nouvelles connoiſſances. Il ne faut que cette eſperance pour inviter les Philoſophes à les continuer.

SI mes expériences n'éclairciſſent pas la matiere du fluide magnétique, autant que l'on pourroit le deſirer, ſi au contraire elles en rendent l'explication plus difficile, en la chargeant de circonſtances qui étoient igno-

rées, elles auront du moins le mérite d'être un tableau fidéle & correcte des differens mouvemens d'un ressort qui opere sous nos yeux bien des merveilles, & qui sans doute en fait bien d'autres qui nous sont inconnuës : Car le moyen de croire que le Créateur auroit formé un être, qui circule au tour de la terre comme un fluide, qui la traverse par son axe d'un Pole à l'autre, qui nous environne de toutes parts, dont nous sommes nous-mêmes pénétrés, dans le seul dessein de nous amuser par le curieux spectacle d'une petite pierre, qui enléve invisiblement un poids souvent plus gros & plus lourd qu'elle, ou tout au plus pour diriger une petite aiguille, qui nous mene aux extrémités du monde pour satisfaire notre luxe, notre avarice, ou notre curiosité. Ce seroit bien mal répondre à l'idée que l'on doit avoir d'un si sage ouvrier, que de lui donner de pareilles vuës. Il seroit beaucoup plus raisonnable, ce me semble, de penser que la matiere magnétique a d'autres usages plus serieux, & plus importans que ceux que nous voyons; qu'elle entre dans la constitution de l'univers pour y exercer des fonctions que nous ne connoissons pas encore, & qu'on découvrira peut-être quelque jour. Seroit-elle moins heureuse que la matiere électrique, qui vient de sortir de ses ténébres avec tant d'éclat, qui n'a été connuë pendant tant de siécles que par un seul & le moindre de ses effets, & qui nous en montre aujourd'hui un si grand nombre & si surprenans.

APRÉS l'expoſition de mes tableaux magnétiques, je ne puis me refuſer la ſatisfaction de rapporter quelques réfléxions qui me ſont venuës dans l'eſprit pendant le cours de mes expériences : mais n'ayant nul deſſein d'en faire un ſyſtéme, je les expoſerai ſans ordre & comme elles ſe préſenteront à ma mémoire. Les unes ſeront l'explication de quelques faits qui m'ont paru peu, ou mal éclaircis ; les autres expoſeront naïvement des difficultés que je laiſſe à réſoudre à qui voudra l'entreprendre ; j'y joindrai quelques expériences nouvelles.

RÉFLEXIONS SUR LA MATIERE MAGNÉTIQUE.

LA matiere magnétique est-elle une substance differente de la lumiere, de celle qui produit l'électricité, de la matiere subtile, & de plusieures autres matieres qui peut-être ne tombent point sous nos sens, & qui ne se manifestent que par leurs effets? c'est ce que je ne déciderai point; mais puisque nous ne pouvons pas esperer de les connoître autrement que par ces mêmes effets, le plus sur est d'en juger par cette voye: en s'en tenant à ce moyen, il paroît que la matiere magnétique est une substance differente des autres, puisque nous n'en connoissons aucune qui produise des Phénomènes semblables à ceux de l'aiman.

LE sentiment le plus autorisé, même par l'expérience, est que la matiere magnétique est un fluide qui coule du Nord au Sud sur la surface de la terre; l'aiguille de la boussole qu'elle dirige, nous montre son cours, comme une girouette au haut du mât d'un vaisseau fait connoître celui du vent. Il est probable que ce n'est pas seulement sur la terre que ce fluide

court, mais qu'il la pénétre jusques dans ses entrailles, puisqu'il va communiquer sa vertu à des pierres qui sont dans des mines profondes. La promptitude avec laquelle cette matiere agit nous est démontrée par celle qu'elle donne au fer qu'elle attire, & sa force par les poids qu'elle porte. Ce n'est point une chose douteuse, ni même difficile à comprendre que le monde en soit plein: il est constant que tous les corps quels qu'ils soient, & même les plus solides, sont poreux presqu'à l'infini, le fluide magnétique est lui-même une des plus fortes preuves que nous en ayons, puisque l'or, l'argent, le mercure & tout ce qu'il y a de plus compacte, ne peut arrêter son passage ; il pénétre les métaux, le feu, la flamme avec la même facilité que la lumiere traverse le verre ; il donne des marques de sa présence en quelque lieu du monde que l'on se trouve : on peut donc regarder le Globe de la Terre comme un corps tout pénétré de la matiere magnétique, & noyé, pour ainsi dire, dans une mer de ce fluide. Mais ce fluide a un courant qui lui est propre, & dont dépend la plus grande partie des Phénomènes de l'aiman. Comment pourroit-on esperer de connoître ces Phénomènes, si l'on n'en connoît pas la cause ?

LES expériences que l'on a pû voir cy-dessus, montrent qu'il est d'une nature differente de l'eau, du vent & des autres fluides ; il a un cours à peu près direct & sans interruption du Nord au Midy, qui

ne lui eſt communiqué par aucune force étrangere ; nous ne voyons point qu'il ſe réfléchiſſe comme eux par des angles de réfléxions égaux aux angles d'incidence. Deux courans d'eau, deux vents qui viendroient ſe choquer en ſens contraires, ſe pénétreroient, ſe mêleroient ; il n'en eſt pas de même du fluide que nous examinons. On voit Planche III. Fig. 2. deux courans de matiere magnétique ſe rencontrer, ſe choquer, & s'applatir pour ainſi dire l'un l'autre, comme des corps ſolides qui ont quelque fléxibilité & qui ne réſiſtent pas à une légere preſſion. Deux rayons de cette matiere qui vont à la rencontre l'un de l'autre, même Planche Fig. 1. n'y vont point comme les rayons de la lumiere, par le chemin, ni par le tems le plus court.

ON demande quelle eſt la cauſe pour laquelle l'aiman & le fer ſont les ſeuls objets de l'impreſſion de ce fluide. Je crois qu'il la faut chercher dans le fer & l'aiman. Étant très véritable que toute matiere eſt poreuſe, & que le fluide magnétique les traverſe toutes ; c'eſt une conſéquence qui en réſulte naturellement, que s'il s'en trouve quelqu'une qui lui ſoit impénétrable, celle-là ſera l'objet de ſon effort & de ſon action. Or nous ne connoiſſons que le fer & l'aiman qui lui réſiſtent, puiſqu'il les pouſſe & les fait changer de place ; c'eſt donc de la part du fer & de l'aiman

que provient l'obſtacle que rencontre le flux magnétique, & des efforts que celui-ci fait pour le vaincre, que naiſſent les Phénomènes qu'il nous fait voir. Quand j'ai dit qu'ils ſont impénétrables, je n'ai pas prétendu que l'on prit ce terme à la rigueur; je penſe ſeulement que ſoit par la ténuité, ſoit par une configuration ſinguliere de leurs pores, le fer & l'aiman ſont plus difficiles à pénétrer que tous les autres corps ſolides; d'où il arrive que la matiere magnétique ſe préſentant avec affluence, & ne pouvant paſſer tout à la fois par ſes pores, fait effort pour s'y introduire, du moins par filets, qui ne trouvant que des paſſages extrémement étroits & tortueux, en acquiérent un courant plus rapide & capable d'une plus forte impulſion.

On a cru juſqu'à préſent que la matiere magnétique paſſoit plus aiſément par les pores de l'acier que par ceux du fer, & de ce principe, qui n'eſt nullement prouvé & qui n'a été donné qu'au hazard, on en tire l'explication de pluſieurs effets de l'aiman. Toutes les expériences que j'ai faites, ne m'ont rien fait voir qui puiſſe conduire à penſer ainſi, la raiſon même y paroît oppoſée. Le fer ſortant de la mine, eſt peu propre à acquérir la vertu magnétique, parce que la matiere magnétique le traverſe avec la même facilité que les autres métaux; quand il a paſſé ſous les marteaux des forgerons & que ſes parties ſont plus rap-

prochées, il y paroît plus disposé ; s'il est poussé jusqu'au point d'être acier, il contracte plus aisément la vertu d'être aiman : & enfin il prend toute celle qu'il peut recevoir lorsqu'il est acier le plus fin, c'est-à-dire lorsqu'il est le plus compacte, & que ses parties sont réduites au plus petit espace qu'il est possible. C'est donc renverser l'ordre naturel de dire que plus un corps est compacte, plus il est disposé à laisser passer les matieres qui doivent le traverser. C'est pourtant ce que disent ceux, qui avancent que la matiere magnétique passe plus facilement par les pores de l'acier que par ceux du fer. Il seroit ce me semble bien plus raisonnable de croire que tous les Phénomènes de l'aiman viennent de la difficulté que la matiere magnétique trouve à passer par les pores de l'aiman & du fer, & que c'est le plus ou le moins de cette difficulté qui fait les aimans forts, ou foibles ; c'est aussi le sentiment de M. *de Réaumur*, qui le premier a senti le défaut de l'ancien systéme, & a donné lieu à plusieurs de nos modernes de l'abandonner.

JE ne vois nulle nécessité d'admettre, comme ont fait plusieurs Philosophes, des vis, des écrous ou des poils dans les pores du fer, pour expliquer les effets de l'aiman. Les poils sur tout sont à mon sens ce qu'il y a de moins admissible. Quelle apparence y a-t'il que le fer, ce métal tant de fois pétri, assommé de

coups, mis à toutes ſortes de tortures, tourné & retourné de cent façons ſous des marteaux d'un poids immenſe, puiſſe conſerver dans tous ces états, ce velu ſi bien arrangé, ſi ſouple, ſi docile, dont on ſuppoſe ſes pores hériſſés; ſuppoſition pour ſuppoſition, il me ſemble qu'il eût été plus court & en même tems plus vraiſemblable d'admettre une grande fléxibilité dans les fibres de ſes canaux : Les fibres ſont des choſes connuës, des êtres réels, le fer n'eſt compoſé que de fibres : Les poils, les vis, les écrous ne ſont que des êtres créés par l'imagination pour le beſoin du ſyſtéme. La fléxibilité des fibres eſt ſeule capable d'operer tout ce que l'on attribue aux autres. Si donc ces fibres ſont telles qu'en ſe criſpant, s'allongeant ou ſe raccourciſſant, elles puiſſent rendre le paſſage de la matiere magnétique plus aiſé ou plus difficile, il n'en faut pas davantage pour changer ſon courant & les effets qui en dépendent. Mrs. *Bernoulli* dans leur diſcours ſur l'aiman, qui a concourru pour le prix de l'Academie, regardent l'aiman comme un corps compoſé de fibres tenduës, élaſtiques, & paralleles, agitées continuellement d'un mouvement très rapide, réciproque & ondoyant; ils y ajoutent des valvules.

Un paſſage continu de la matiere magnétique peut fixer la forme qu'il aura fait prendre aux fibres. C'eſt ainſi que les pelles & les pincettes s'aimanteront naturellement au coin d'une cheminée, où elles y auront été diſpoſées par la chaleur à laquelle leur uſage les

expoſe; nous pouvons nous-mêmes changer la figure des fibres, comme lorſque l'on met une verge de fer non aimantée dans un étau, & qu'on la plie d'un côté & d'autre; cela ne ſe peut faire ſans tirailler ſes fibres, & leur faire prendre la diſpoſition qui convient au flux magnétique pour ſe rendre ſenſible, ce qui fait que la verge eſt aimantée dans l'inſtant qu'elle eſt caſſée. Si elle étoit aimantée avant que d'être pliée, elle perdroit ſa vertu par la même raiſon. Les poinçons dont on a coupé le fer à froid, acquiérent la vertu magnétique par une cauſe à peu près ſemblable. Les grands coups que l'on frappe ſur ces inſtruments en font entrer le tranchant dans le fer; l'effort que l'on fait faire au poinçon pour diviſer le fer, eſt commun entre l'un & l'autre: Le poinçon ne peut écarter les parties du fer entamé ſans que les ſiennes n'en ſoient rapprochées, & les fibres de ſes canaux plus comprimées, & par conſéquent plus difficiles à être pénétrées par le flux magnétique. Les barres de fer dont parle M. *du Fay*, qui rougies au feu, puis laiſſées réfroidir de bout, deviennent aimantées, celles que l'on aimante, en ſe contentant de les frapper ſur le plancher, ſur une table, ſur le genou & pluſieurs expériences ſemblables, qui ne donnent au fer qu'une vertu magnétique fort paſſagere & extrémement foible, ne prouvent autre choſe qu'une grande facilité dans les fibres du fer à s'ébranler & changer de figure, puis à ſe remettre comme des petits reſſorts, à moins qu'une

force plus grande, ou un long tems ne les ait affermies.

On observe que dans toutes ces manieres d'aimanter des barres de fer, il faut les laisser de bout, sans quoi elles perdroient leur vertu dans l'instant, & que si on les posoit horizontalement, elles n'en acquiéreroient aucune. Il paroît encore singulier que ce soit toujours la partie inférieure de ces barres qui s'aimante, & en fait le Nord. Je ne chercherai point à expliquer ces petits mystéres, qui sont sans doute des suites de la maniere dont le courant magnétique enfile les canaux du fer, ce que nous ignorons encore.

La croix du clocher de Chartres, celle d'Aix, la barre des cloches de Marseilles, & tous ces autres exemples de barres de fer aimantées pour avoir été enfermées & scellées dans la pierre pendant longues années, tirent leur vertu magnétique d'une autre origine. Dans tous ces cas, une partie du fer est en plein air, & l'autre cachée dans la pierre; c'est toujours la partie cachée qui devient aimant, parce que la rouille qu'elle contracte est une dissolution du fer en parties extrémement fines, qui se détachent & tombent dans les canaux du fer, & en rend le passage plus difficile au courant magnétique, & par cela même plus propre aux differents effets qu'il produit. On fait une objection à ce sujet, on demande pourquoi nous ne trouvons pas de ces fers rouillés & aimantés dans les ruines de nos maisons & dans la terre? Je crois

crois que l'on peut répondre: Que les vents & le ſon des cloches cauſent dans ces barres des ébranlemens qui occaſionnent la chutte de cette pouſſiere ferrugineuſe, ce qui n'arrive point dans des fers enterrés, & dans ceux qui ſont ſcellés dans nos murs, où ils ne ſont ſujets à aucune émotion ni ébranlement.

LA vertu de l'aiman dans les lames aimantées, croît par l'exercice beaucoup plus que l'on ne penſe. J'en ai fait ſouvent l'épreuve. Je l'ai faite ſur des aimans artificiels, en les chargeant peu à peu pendant pluſieurs jours de ſuite, & quelquefois en obſervant de leur laiſſer pluſieurs jours de repos, puis revenant à la charge. Ma derniere expérience, commencée depuis le mois de Novembre de l'année paſſée, dure encore. Je la fais ſur un aiman artificiel conſtruit ſur les Principes de Mr. *Brackenhoffer*. Cet aiman Planche ~~XIVI~~ 7. Fig. 3. qui ne péſe que deux livres & demie, & qui a été aimanté avec une pierre qui ne porte que trois livres, portoit dans ſon origine huit livres avec peine, & ſans avoir pû lui en faire porter davantage; mais après lui avoir laiſſé quelques jours de repos, je l'ai chargé de nouveau & conduit, en y ajoutant tantôt une once, puis une demie once, puis un peu moins, j'uſqu'à porter préſentement dix livres & demie, & peut-être ne ſuis-je pas au bout.

CETTE expérience qui prouve combien la force

de l'aiman peut être augmentée par l'exercice ſeul, nous découvre aſſez clairement la Méchanique intérieure de l'aiman : car ſi les fibres du fer ſont des corps ſouples & plians, comme on le ſuppoſe, que le paſſage continu de la matiere magnétique force à prendre une certaine diſpoſition, l'on comprend que ces fibres, qui ne ſont que des reſſorts, peuvent étant ménagés & conduits doucement, parvenir à porter un plus grand poids, que ſi on les chargeoit d'abord trop bruſquement de tout celui que l'on veut qu'ils portent. C'eſt ce que nous expérimentons nous-mêmes ſur nos corps, lorſque nous les accoûtumons peu à peu à porter des fardeaux de plus lourds en plus lourds, & tels qu'il ſe trouve à la fin que nous ne les aurions pas portés en commençant de nous en charger.

On peut démontrer encore par cette expérience, pourquoi la vertu magnétique ſe perd lorſque l'on ne tient pas l'aiman dans un exercice continuel. On en conclura que cette déperdition provient de l'inclination que ces petits reſſorts, abandonnés à eux-mêmes, ont à reprendre leur premier état.

Je doute qu'une pierre d'aiman puiſſe augmenter de force autant que les lames aimantées, en la chargeant de la même maniere. Je n'ai pas eu le tems d'en faire des expériences ſuffiſamment réiterées ; mais je fonde mon doute ſur ce que je penſe que la pierre d'aiman, étant en partie métallique, en partie minérale, a des fibres plus roides que celles du fer, & qui

ne peuvent ſe prêter avec autant de facilité aux efforts du flux magnétique, & des poids dont on les charge.

COMME nous ne voyons que du repos dans tous les corps que l'aiman tient attachés, & dans ceux qu'il tourne, & retient comme l'aiguile de la bouſſole dans la ligne de direction que ſuit le flux magnétique, j'ai cherché à voir ce qui arriveroit à un corps qui en ſeroit attiré ou repouſſé, s'il pouvoit pendre librement au milieu d'un courant magnétique, ſans toucher à l'aiman. L'expérience dont je vais rendre compte m'a appris que dans ces deux cas, il eſt dans un mouvement perpetuel. L'aiman artificiel, dont j'ai parlé cy-deſſus, eſt celui dont on voit la figure Planche ~~XIV.~~ 7. Fig. 3. il eſt compoſé de deux faiſſeaux Let. *A A*, compoſés chacun de trois lames d'acier aimantées, poſés parallelement, ſéparés l'un de l'autre & liés à l'extrémité ſupérieure par un morceau de fer doux, tourné en cintre *B*, qui ſert de communication à la matiere magnétique pour paſſer de l'un dans l'autre: *D* eſt un lien de cuivre. Cet aiman eſt ſuſpendu à une ſolive de mon plancher en *C*; à côté du point de ſuſpenſion, j'ai attaché un fil de ſoye *E*, au bas duquel pend une petite lame d'acier, taillée en triangle *F*, qui ne peſe que deux grains: cette petite lame auroit dû tomber à plomb à quelque diſtance

du sommet des lames qu'elle regarde ; mais l'on voit ici qu'elle a été tirée hors de sa perpendiculaire par le courant du flux magnétique qui l'entraîne. Ce courant sort des lames en circulant comme celui que l'on peut voir Planche 5. Fig. 1 ~~2~~. Let. *A*. Or les deux Poles, celui de la petite lame & celui de l'aiman, sont des Poles de different nom qui doivent produire cet effet, qui est celui de l'attraction. Pendant tout le tems que j'ai continué cette expérience, qui a été de plusieurs semaines, la lame triangulaire n'est point sortie de la sphère magnétique, & a été continuellement agitée d'un mouvement pareil à celui d'un corps plat qui seroit suspendu sur la surface d'une eau courante. J'ai suspendu de la même maniere & de l'autre côté en *G* un second fil de soye, au bas duquel étoit attachée une petite aiguille à coudre *H*, dont la pointe étoit chargée d'une petite boule de cire, & descendoit un peu plus bas que le sommet de ce second paquet de lames. La pointe de cette aiguille, & le sommet des lames se regardoient par leurs Poles du même nom, ce qui produisit une répulsion qui chassoit l'aiguille en dehors, où le souffle magnétique l'a soutenuë pendant le même espace de tems, sans lui permettre d'approcher de l'aiman, mais l'en tenoit écartée & dans un balancement continuel, semblable à celui d'un pendule. Il est vrai que tous ces mouvemens, quoique très sensibles, sont foibles, paroissent mal réglés, & même sujets à des bouffées, comme nos

vents. Il ſeroit curieux de ſçavoir ſi, comme nos vents, ce fluide ne ſeroit point auſſi ſujet à de légeres tempêtes. N'en ſeroit-ce pas une, par exemple, qui dérangea ſi fort les bouſſoles du Chevalier *Ellis* dans la Baye d'Hudſon? comme on le verra à la fin de ces obſervations. Au reſte je ſuis perſuadé que ces expériences répétées & bien ſuivies, pourroient donner lieu à de nouvelles découvertes, & à des réfléxions utiles pour parvenir à la connoiſſance de cette vertu occulte que nous avons un ſi grand intérêt de connoître.

JE dois prévenir contre un doute que l'on pourroit former ſur cette expérience. On eſt en droit de ſoupçonner que les mouvemens d'un corps ſuſpendu & auſſi léger que notre petite lame, qui ne péſe que deux grains, ne ſont qu'un effet de l'air qui circule dans les chambres, même les mieux cloſes; mais il eſt aiſé de s'en aſſurer en pendant un poids pareil, à quelque diſtance & hors de l'atmosphère de l'aiman. La difference que l'on verra dans les mouvemens de ces deux poids, fera connoître facilement celui qui eſt produit par le ſouffle magnétique, & celui que la circulation de l'air occaſionne.

EN faiſant les expériences cy-deſſus, j'ai été conduit à la découverte d'une proprieté de la lumiere ſur le flux magnétique, laquelle m'a fait voir qu'une vive lumiere combat, & trouble le cours de ce fluide. Voici comment je m'en ſuis apperçû. M'étant approché un ſoir avec une bougie de ma petite lame trian-

gulaire pour obſerver ſes mouvemens, ils me parurent plus forts & plus vifs que ceux que j'avois vûs pendant le jour. Pendant quelques momens j'éloignai & rapprochai alternativement ma lumiere ; ces differentes diſtances mettoient auſſi une difference dans la vivacité avec laquelle la lame étoit tourmentée. Je doutai d'abord ſi la chaleur de la flamme n'en ſeroit point la cauſe. Pour éclaircir ce fait, j'interpoſai un grand verre lenticulaire entre la bougie & la lame, & j'éloignai la bougie juſqu'à ce que j'euſſe fait tomber ſur la lame le cône de lumiere que le verre lenticulaire avoit formé, & que l'on ſçait n'avoir aucune chaleur ſenſible. Alors la lame fut pouſſée avec vivacité, à droite, à gauche, de tous les ſens, quelquefois juſqu'à piroüetter, comme un corps léger dont le vent ſe jouë. Mr. *Brackenhoffer* qui s'étoit déja douté que la lumiere devoit avoir des démêlés avec la matiere magnétique vit celui-ci avec plaiſir.

LA queſtion la plus curieuſe que l'on fait ordinairement ſur l'aiman, eſt au ſujet de ſon attraction. Comment concevoir, & expliquer la force prodigieuſe avec laquelle cette matiere, qui n'eſt qu'un ſouffle inviſible, attire & ſoutient des poids conſidérables ? par quelle méchanique certains aimans portent 40. & 50. livres ? comment un filet de matiere ſubtile a-t'il en lui-même la force d'un bras nerveux, & l'exerce ſur

des corps pesans sans le secours de forces étrangeres? Pour résoudre cette difficulté, il faut convenir auparavant de ce que l'on entend par attraction, ce terme renouvellé des Grecs, & qui n'offre aucune idée claire à moins que l'on ne s'explique. Si l'on entend par attraction, une puissance inconnuë & cachée, qui fait, l'on ne sçait comment, qu'un corps s'avance vers un autre, ou une sympathie qui force deux corps à s'unir; ce n'est pas ce que j'entends par attraction, je ne ferois que substituer des ténébres à d'autres. Mais si l'on veut dire que c'est une puissance en action, qui embrasse un corps & le contraint à s'avancer vers un autre, mes yeux & mon esprit sont accoûtumés à le voir, & je la cherche dans le flux magnétique & dans les differentes manieres dont il arrange les parcelles ferrugineuses que l'on lui présente. Lorsqu'un bateau est poussé par le courant de l'eau vers les arches d'un pont, je ne m'avise pas de dire que ce bateau est attiré par le pont, puisque je vois la puissance qui le pousse : il en est de même ici. On convient que la matiere magnétique est un fluide qui coule continuellement. Je vois le fer conduit & placé par ce fluide, mais je ne vois en cela qu'un corps environné d'un tourbillon de matiere qui l'entraîne avec lui, & nulle apparence de ce qu'on appelle attraction, dans le sens que l'on l'entend ordinairement. Si le corps mû étoit saisi par la surface seulement qu'il présente à l'aiman, on pourroit dire alors qu'il est attiré; mais d'abord

qu'il eſt environné, comme nous le voyons dans les Planches, de la matiere qui l'emporte & le ſoutient, la véritable expreſſion ſeroit de dire, qu'il eſt emporté & ſoutenu ; & le terme d'attirer, & d'attraction ne peut être entendu ici que dans ce ſens. Si je m'en ſers, ce n'eſt, à l'exemple de Mr. *Newton*, que pour déſigner par un terme uſité, un fait & non point une cauſe.

Quant à cette force prodigieuſe qui lui fait vaincre les efforts de la peſanteur, il me ſemble que l'on ne l'admire pas encore aſſez. Nous nous faiſons une grande idée des forces de l'air mis en mouvement ſur toutes les voiles d'un vaiſſeau de 80. pieces de Canon, qui fend avec rapidité un volume d'eau prodigieux, parce que ces voiles lui préſentent pluſieurs centaines de pieds de ſurface ; mais quelle force ne faudroit-il pas à ce même vent pour enlever de terre un cube de fer de 40. livres, dont il n'auroit qu'une ſurface égale à celle de ce cube. Voilà où doit ſe fixer notre étonnement, & ce qui doit nous convaincre de la force prodigieuſe du flux magnétique contre les corps qui lui réſiſtent. Au reſte nous portons tous en nous-mêmes un exemple encore plus frappant & plus admirable de ce que peut une matiere inviſible, & peut-être auſſi déliée que celle de l'aiman ; c'eſt cette vapeur légere, que l'on appelle eſprits animaux, qui enfle nos muſcles & les rend capables d'enlever des poids bien plus conſidérables que tous ceux que l'aiman peut ſoutenir.

L'agent

L'agent qui la pouſſe eſt notre volonté, celui de la matiere magnétique eſt ſon courant. Les Phyſiciens ſçavent quelle eſt la puiſſance du courant des fluides.

LA déclinaiſon de l'aiguille aimantée ne me fournit qu'un mot à dire à ſon ſujet. Concevant la matiere magnétique comme un fluide qui circule au tour de la terre, je conçois en même tems que ce fluide peut avoir, ainſi que nos mers un flux & reflux de l'Eſt à l'Ouëſt, qui cauſe ce qu'on appelle déclinaiſon, & qui ſera ſi l'on veut l'effet des differentes cauſes que les Philoſophes ont imaginées ; mais je n'en conclurai point comme pluſieurs ont fait, que les Poles magnétiques de la terre changent de place ; nous n'avons point été aſſez près des Poles, & nous n'irons apparemment jamais, pour affirmer que tous ces differens courans, qui ſont détournés dans leur chemin, ne ſe raſſemblent pas, ou ne partent pas toujours d'un Pole fixe. C'eſt une licence philoſophique qui me paroît inutilement hazardée, que de déplacer & replacer à ſon gré les ſources d'un fluide dont on ne connoît pas l'origine.

POURQUOI l'acier a-t'il beſoin d'être aimanté, ſi, comme je l'ai avancé, la denſité lui ſuffit pour avoir la vertu attractive? l'acier qui n'eſt point aimanté n'a

que les diſpoſitions néceſſaires pour devenir aiman : mais il manque aux filets magnétiques qui ſont engagés dans ſes canaux, cette force qui leur donne la puiſſance de vaincre les embarras que leur oppoſe la ténuité, ou l'irrégularité de leurs fibres ; & c'eſt ce qu'ils reçoivent de la communication d'un aiman, ou d'un acier qui l'a déja acquiſe.

La maniere d'armer une pierre d'aiman peut être regardée comme un des faits des plus ſinguliers de cette partie de la Phyſique. Il n'eſt pas probable que l'on ait trouvé d'abord celle dont on ſe ſert préſentement, on n'avoit originairement aucun principe ſur cette matiere, & peut-être n'en a-t'on pas encore de bien certain pour connoître ce qu'il y a de mieux à faire pour y réuſſir parfaitement. Les premiers inventeurs durent ſe trouver long-tems embarraſſés, car il n'étoit pas naturel de croire qu'on pût augmenter la force de l'aiman en épaiſſiſſant ſon volume de lames de fer, qui n'ayant aucune vertu magnétique, ne pouvoient que partager la ſienne ſans lui en rendre : la raiſon ne pouvoit pas permettre de le penſer. Il fallut donc s'abandonner au hazard, & chercher dans des tâtonnemens réiterés ce qui ſe préſenteroit de meilleur. L'expérience apprit que ce qu'on auroit cru impoſſible, étoit le ſeul moyen d'y parvenir. On reconnut que des lames de fer non aimantées & ap-

pliquées ſur les Poles d'un aiman, en augmentoient la force & même aſſez conſidérablement. Lorſqu'on s'eſt mis à en chercher la cauſe, ce fut alors qu'on imagina de dire que la matiere magnétique paſſe avec plus de facilité & d'abondance dans l'aiman, que dans le fer non aimanté. Nous avons fait voir plus haut combien ce ſentiment eſt contraire à la raiſon. Mais pour y ſubſtituer quelque choſe de vraiſemblable, je dirai ce que je penſe, ſans prétendre dire une choſe décidée, n'ayant ſur cela que la vûë de la Planche IX. Fig. 1. qui me montre que toute la vertu magnétique part des deux pieds de l'armure; Je conçois donc que ſi les armures étoient d'un acier égal en force à l'aiman, toutes ces pieces réunies ne feroient que l'effet d'un aiman non armé qui agit également par toutes ſes ſurfaces; mais pour empêcher que cette matiere ne s'échappe trop bruſquement par les côtés, on accole à la pierre d'aiman deux lames de fer doux, que l'on appelle armures, un peu plus longues que la pierre, leſquelles étant des corps ſpongieux, comparés à l'aiman & à l'acier, reçoivent toute la force du courant magnétique qui ſort de l'aiman, & qui eſt conduite par les canaux du fer au pied des armures.

C'EST une proprieté bien ſinguliere du flux magnétique, que celle qui ſe voit dans pluſieurs de nos

Planches, & sur tout dans la Planche III. Fig. 1. & 2. c'est que deux rayons de cette matiere partant de deux aimans differens par leurs Poles de different nom Fig. 1. se mêlent à leur rencontre, se lient & joignent leurs forces pour agir de concert, comme feroient deux parties d'un même corps, & homogenes : mais s'ils s'approchent par leurs Poles du même nom Fig. 2. ils ne se connoissent plus, ils s'applatissent l'un contre l'autre, & se repoussent comme des corps étrangers qui n'auroient aucun rapport entre eux, quoiqu'il n'y ait pas d'apparence qu'ils ayent changé de nature pour avoir passé l'un à droite, l'autre à gauche. Nous voyons par toutes les expériences, que la matiere magnétique sort d'une lame aimantée plus longue que large, par les extrémités du plus long axe Planche IV. Fig. 1. Let. *A A*, & que les tourbillons de cette matiere se forment aux extrémités du plus court, même Fig. Let. *B B*. On voit de plus que la limaille qui s'assemble vers les angles, s'amasse toujours en plus grande quantité aux deux bouts, qu'elle diminue en approchant du milieu, & qu'il n'en paroît plus vis-à-vis des tourbillons *B B*; ce qui me porte à croire que ces tourbillons sont le foyer de la matiere magnétique, & que c'est par là qu'elle s'efforce d'entrer pour se répandre dans le corps de l'aiman, & sortir par l'un & l'autre bout. Je sçais que ce sentiment est bien contraire à celui qui est généralement reçû, qui est que la matiere magnétique entre par un côté & sort par

l'autre ; mais je sçais aussi que ce dernier sentiment n'est point à l'abri de toute contradiction, ni soutenu par des expériences du genre de celles qui lévent toutes sortes de doutes : nos tourbillons ne sont certainement point un effet du hazard, ils ont un emploi que je présume être celui que je leur attribue. Mais en ce cas, comme dans les autres, comment se peut-il faire qu'un fluide, qui sans doute est homogene, & qui coule par des canaux semblables entre eux, soit si different de lui-même, que d'un côté il attire l'aiguille de la boussole, & que de l'autre il la repousse.

VOICI encore une difficulté. On passe le Pole Nord d'une pierre d'aiman sur une lame d'acier pour lui communiquer la vertu magnétique, c'est-à-dire faire couler la vertu magnétique dans ses canaux ; l'extrémité de cette lame, par laquelle on commencera le frottement, recevra un Pole semblable à celui qui la frotte ; il en sera de même si c'est le Pole Sud ; cependant la matiere magnétique n'entrera ni par l'une ni par l'autre extrémité, mais par le milieu.

JE viens de dire qu'il est probable que les tourbillons qui se forment au tour des aimans, marquent l'entrée de la matiere magnétique ; l'expérience suivante me confirme dans ce sentiment. Lorsque l'on a posé une de nos lames sur la table, que l'on la couvre d'un papier & que l'on seme sur ce papier de la limaille, si l'on tire ensuite ce papier doucement &

en traînant de droite à gauche, puis de gauche à droite, on voit qu'à meſure que le papier paſſe ſur les bords de la lame, les paillettes ferrugineuſes ſe redreſſent comme les poils d'un velours, mais que celles qui ſont au deſſus du tourbillon ne donnent aucune marque de ſentiment ; d'où il me paroît concluant, que la matiere magnétique ne tranſpire point par cet endroit, & conſéquemment que c'eſt celui par lequel elle entre. J'ai été depuis confirmé dans ce ſentiment par une expérience, dont j'ai donné le détail dans l'explication de la XV. Planche. C'eſt une regle générale que les aimans attirent peu, & ne portent preſque rien par leurs tourbillons.

QUOIQUE j'établiſſe mon ſentiment de l'entrée du fluide magnétique par les tourbillons ſur des preuves qui m'ont entraîné, j'avouerai cependant qu'elles n'ont point paru aſſez convaincantes à quelques perſonnes, & je ne diſſimulerai point que je ne les crois pas moi-même ſans repliques, & que l'on peut encore douter ſi le fluide entre par un des bouts pour ſortir par l'autre, ou s'il entre par les deux bouts en même tems pour ſortir par le milieu, ou par le milieu pour ſortir par les deux bouts; ou enfin ſi ces courans ſortent du fer, ou s'ils y entrent. Quant à ce dernier article, je le crois nul, puiſque le fluide ne peut ſortir du fer qu'il ne ſoit ſur le champ remplacé, ce qui ſuppoſe toujours une entrée & une ſortie. A l'égard des autres, dont nos Planches ne donnent point une idée entié-

rement ſatisfaiſante, je conviens que quelques expériences que j'aye faites à ce ſujet, aucune ne m'a fourni de meilleures preuves que celles que j'ai alléguées. J'aurois voulu trouver de ces faits clairs & déciſifs ; je laiſſe l'honneur de cette découverte à quelqu'un qui ſera plus heureux que moi. Je crois que ſi on la trouve, tous les Phénomènes de l'aiman ſeront bientôt expliqués.

QUELQUES Philoſophes qui avoient apperçus ces tourbillons, ont cru qu'ils étoient un effet de quelques nœuds qui ſe trouvoient dans l'aiman, ou dans le fer, comme on en voit dans le bois, leſquels cauſoient des obſtructions, qui détournoient le cours du fluide magnétique. Nos expériences décident la queſtion, & ſur tout celle de la Planche IV. Fig. 2. Avant que j'euſſe appliqué contre la lame verticale celle qui eſt marquée *A*, le tourbillon occupoit ſa place ordinaire ; mais auſſitôt que j'en eus approché cette lame *A*, le tourbillon eſt remonté plus haut à l'endroit marqué *C*. Si donc ce tourbillon eſt mobile, & obéit à l'impulſion d'un autre aiman, il n'eſt point l'effet des nœuds qui pourroient ſe trouver dans le fer, ou dans l'aiman. Or cette tranſpoſition des tourbillons, dont on trouve pluſieurs exemples dans nos expériences, eſt encore un effet bien remarquable, & qui pourroit contribuer à prouver qu'ils ſont le foyer de la matiere magnétique.

LA Planche V. Fig. 2. peut fournir encore matiere à réfléxion. On y voit deux lames ſemblables, ſéparées par une petite lame de bois (ce ſont celles de Mr. *Knigt*) qui ſupportent enſemble par chacun de leurs bouts un petit parallépipéde de fer doux. La matiere magnétique ſort en ſe courbant par les deux Poles de l'une des lames *A A*, & en rayons droits par les deux Poles de l'autre lame *B B*, quoique les Poles contraires étant vis-à-vis l'un de l'autre, on auroit dû croire qu'ils ſe ſeroient embraſſés comme dans la Fig. 1. de la même Planche. Malgré cette difference, l'une & l'autre attirent d'une force égale le fer qu'elles ſupportent. La barre de bois n'eſt pour rien dans cette expérience ; quand elle n'y ſeroit point, les choſes ſe paſſeroient encore de la même maniere.

LA Planche I. Fig. 1. & 2. donne lieu de demander quelle eſt la force, qui contraint le flux magnétique à ſe courber en arc pour lier ces deux lames. On ne dira plus que c'eſt l'air, puiſque l'on ſçait que la même choſe arrive dans la machine du vuide : il n'eſt plus queſtion aujourd'hui de ſympathie, d'antipathie, ni d'attraction *in ſenſu obvio*. Seroit-ce la matiere ſubtile ? mais dans ce cas elle devroit agir de tous les côtés de l'aiman de la même maniere. De plus ce fluide ſort-

ſort-il des deux lames à la fois, ou paſſe-t'il de l'une dans l'autre? voilà ce que la figure ne peut apprendre, & qu'on ne peut attendre que de l'expérience.

Il y auroit beaucoup d'autres expériences à faire, dont la matiere que nous traitons ſeroit bien digne. Par exemple, celle de porter ſur le ſommet de quelque montagne une pierre d'aiman, & d'examiner ſi la matiere magnétique y a plus ou moins de force que dans les lieux bas; quelle eſt l'élevation de ſon atmoſphère; c'eſt-à-dire de faire ſur l'aiman les mêmes expériences que l'on a faites ſur le Baromètre, lorſque l'on a voulu connoître le poids de l'air. Une autre expérience, dont on pourroit encore tirer des lumieres, ſeroit celle de tranſporter un aiman de l'Équateur vers les Cercles polaires, & voir s'il y peut porter par tout le même poids; d'où l'on pourroit juger ſi la matiere magnétique eſt ſoumiſe aux loix de la peſanteur.

Mr. *Henry Ellis* Gentilhomme Anglois, auquel nous ſommes redevables d'un curieux voyage à la Baye d'Hudſon, rapporte qu'étant au fond de cette Baye, & au travers des Isles qui ſont au nord du Fort Nelſon, toutes les aiguilles des bouſſoles de la flotte ſe dérouterent, l'une marquant une direction, l'autre une autre, & reſtant peu de tems dans la même poſition, ce qui mit l'Équipage dans un fort grand embarras. Si dans

cette situation ce Gentilhomme eût eu connoissance de nos expériences, & qu'il les eût faites sur ces aiguilles folles, comme les appellent les marins, il auroit pû nous dire de quelle maniere la poudre ferrugineuse se seroit arrangée pendant cette bourrasque, & si effectivement son dérangement venoit de la part du flux magnétique, ou de quelqu'autre cause; si la chaleur qui les rétablit, changea quelque chose dans l'arrangement de la limaille. Cette aventure n'étant point unique, puisqu'il s'en est trouvé plusieurs fois de pareilles, & d'ailleurs étant d'une très grande conséquence pour le salut des navigateurs, elle est aussi de celles dont il est bien important de connoître les causes.

On ne voit dans aucune des positions où j'ai mis mes aimans, ce tourbillon que l'on a toujours supposé se former au tour d'un aiman, l'environner tout entier, & que l'on a imaginé semblable à celui dont j'ai donné la figure Planche IX. Fig. 4. lequel a été constamment adopté jusqu'à présent par de très grands Philosophes, *Gilbert*, *Harsœker*, *Musschenbrock*, &c. En dernier lieu Mrs. *Huller*, *Bernoulli*, *du Tour*, nous ont donné de sçavantes Dissertations sur l'aiman, où la Méchanique, la Géometrie, & une grande connoissance de la nature sont employées pour établir differens systêmes, qui se présentent tous avec cet air de confiance que les Mathématiques inspirent: cependant tous ces systêmes dif-

ferent entre eux ; l'un n'eſt pas l'autre : & ſi l'on compare les deſſins de nos Planches tracés par la nature même, avec ceux qui ſe trouvent dans les ouvrages de ces Sçavants, & ſur leſquels ils ont fondé leurs differens ſentimens, on y verra ſouvent une très grande difference ; on en trouvera même pluſieurs qui ne leur ont pas été connus. Or ſi les fondemens ſur leſquels ces Sçavants ont établi leurs ſyſtêmes ſont très douteux, ſi d'ailleurs nos tableaux magnetiques ſont la vérité même renduë viſible, je penſe qu'on aura toujours lieu de regarder comme ſuſpect tout ſyſtême qui ne rendra pas une raiſon exacte des differentes infléxions du flux magnétique telles que nous les avons repréſentées, & de cette vertu que le peuple appelle Antipathie & Sympathie dans ce même fluide ſuivant certaines poſitions. Seroit-ce donc une témérité de dire que c'eſt une étude à recommencer tout de nouveau que celle de la Théorie de l'aiman ? J'avouerai que je le penſe ainſi, en ſoumettant néanmoins mon jugement à celui du Public.

MALGRÉ les difficultés que j'ai expoſées dans les réfléxions précédentes, & qui paroiſſent devoir arrêter le progrès de nos connoiſſances ſur les vertus de l'aiman, j'ai lieu de croire que le tems n'eſt pas éloigné où nous verrons enfin tirer le rideau, qui nous cache depuis tant de ſiécles les myſtéres de cette pierre merveilleuſe. On peut dire que le ſiécle où nous vivons

eſt véritablement celui de la Phyſique expérimentale : on n'a jamais tant étudié, & avec plus de ſuccès cette partie de la Philoſophie. La connoiſſance de la nature eſt aujourd'hui la paſſion à la mode ; on dit que le goût que les Dames y prennent n'y a pas peu contribué. Après les Phénomènes de l'électricité, qui ont tant occupé les Philoſophes & le peuple même, les Anglois nous ont réveillés ſur ceux de l'aiman : on apprend de bien des endroits les progrès que divers Sçavants y font, tant dans cette Isle, que parmi nous. Un de mes amis, * homme auſſi recommendable par ſa capacité, que par une rare modeſtie qui en fait l'ornement, travaille avec un très grand ſuccès ſur les aimans artificiels : J'en poſſede un actuellement de ſa compoſition, qui ne peſe qu'une livre & demie & en porte douze ; ce Sçavant voit jour à porter encore plus loin la force de cette vertu ; car il n'y procéde point par des tâtonnemens aveugles ; Il ſe conduit dans cette recherche par des vuës éclairées, & fondées ſur des principes tirés d'une grande connoiſſance du flux magnétique. Cet ami qui veut bien que l'on ſçache que mes deſſins lui ont donné une partie des lumieres qui l'ont conduit dans cette route ténébreuſe, compte de faire part inceſſamment au Public de ſes découvertes dans la Théorie de l'aiman, en publiant la maniere de faire ſans beaucoup de peine & de frais les meilleurs aimans artificiels.

F I N.

* Mr. Brackenhoffer Profeſſeur de Mathématique dans l'Univerſité de Strasbourg, & de l'Ecole d'Artillerie.

AVERTISSEMENT.

DEpuis l'impreſſion de ce Livre, j'ai fait faire pluſieurs deſſins, dont j'aurois pû augmenter le nombre des Planches que l'on voit ici; tels ſont ceux qui repréſentent le jeu prodigieuſement varié de la matiere magnétique autour de pluſieurs anneaux de fer; celui qui réſulte de l'échancrure faite dans une pierre d'aiman, & qui lui fait acquerir quatre poles contigus, au lieu de deux qu'elle avoit auparavant; celui des aimans artificiels, & quelques autres. Mais j'ai jugé à propos de ſuſpendre la dépenſe dans laquelle la gravure de ces nouveaux deſſins m'auroit engagé, juſqu'à ce que j'euſſe vû de quelle façon ceux que je préſente ici ſeront reçûs du Public: s'ils ont le bonheur de plaire, & qu'on les juge utiles pour le progrès de nos connoiſſances, ils ſeront bientôt ſuivis de ceux qui ſont en état d'être livrés au Burin.

APPROBATION.

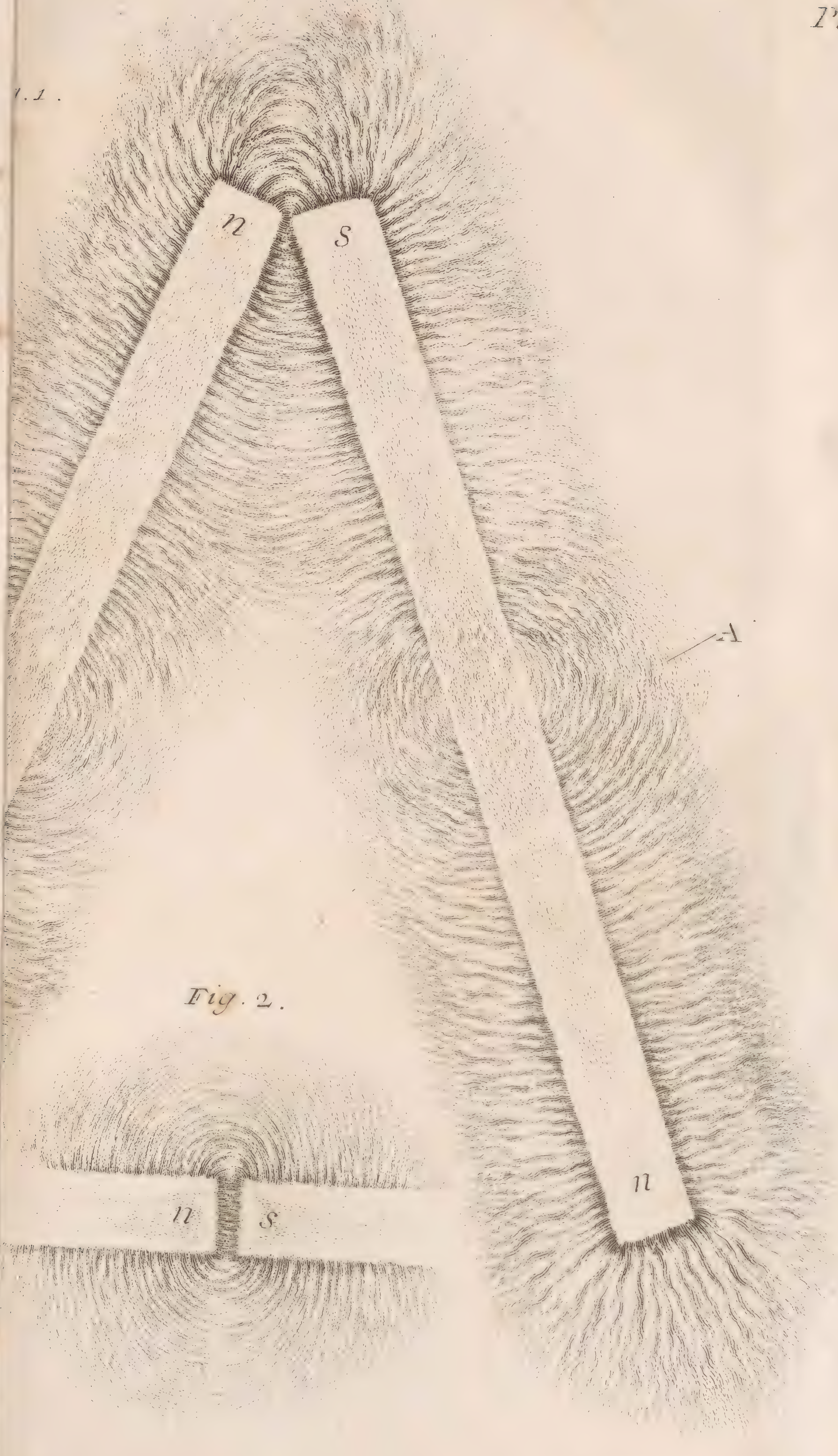
J'Ai lû la préſente Deſcription des Courants Magnétiques accompagnés de leurs Planches, & je n'y ai rien trouvé qui puiſſe en empêcher l'impreſſion. A Strasbourg ce 3. Avril 1753.

RISHOFFER, Ammeſtre.

ERRATA.

Page 4. Ligne 18. toutes fondées, *effacez* toutes.
Page 7. Ligne 5. matiere magnétiques *mettez* magnétique.
Page 13. Ligne 8. Lettres *AA*, *mettez* *aa*.
Page 21. Ligne 1. par les deux bout, *mettez* bouts.
Page 31. Ligne 1. expoſe; *ponctuez* expoſe.
Ibid. Ligne 19. les barres du fer, *mettez* de fer.
Page 33. Ligne 16. Planche XIV. *mettez* Planche VII.
Page 35. Ligne 14. Planche XIV. *mettez* Planche VII.
Page 36. Ligne 5. Fig. 2. *mettez* Fig. 1.
Page 50. Ligne 18. Pl. IX. *mettez* X.

Pl. 1.

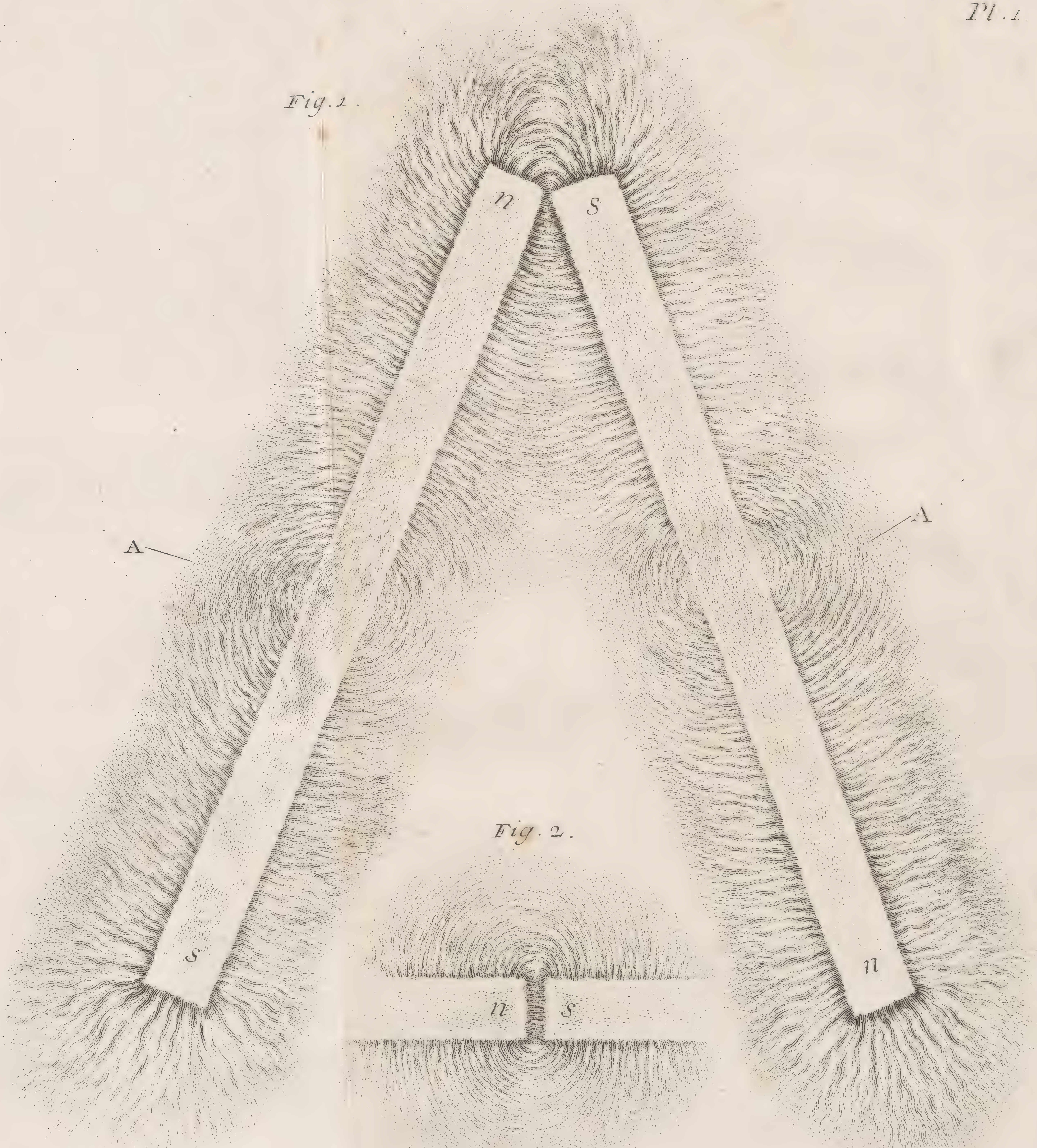


.1.

Fig. 2.

J. Striedbeck. del. et sculps. Argent.

Fig. 1.



J. Striedbeck. del. et sculps. Argent.

ig. 1.

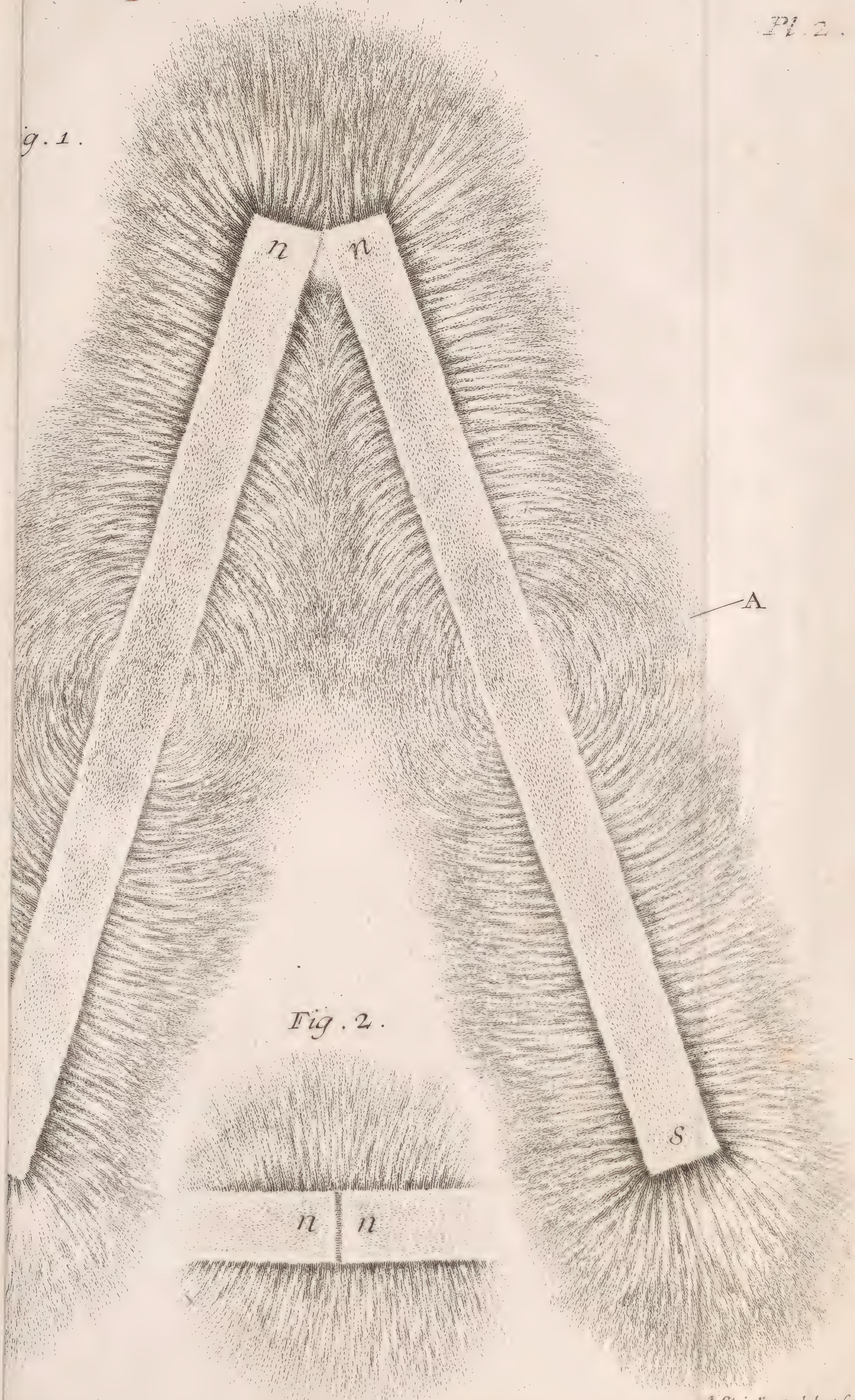


Fig. 2.

J. Striedbeck del. et sc.

Fig. 1.

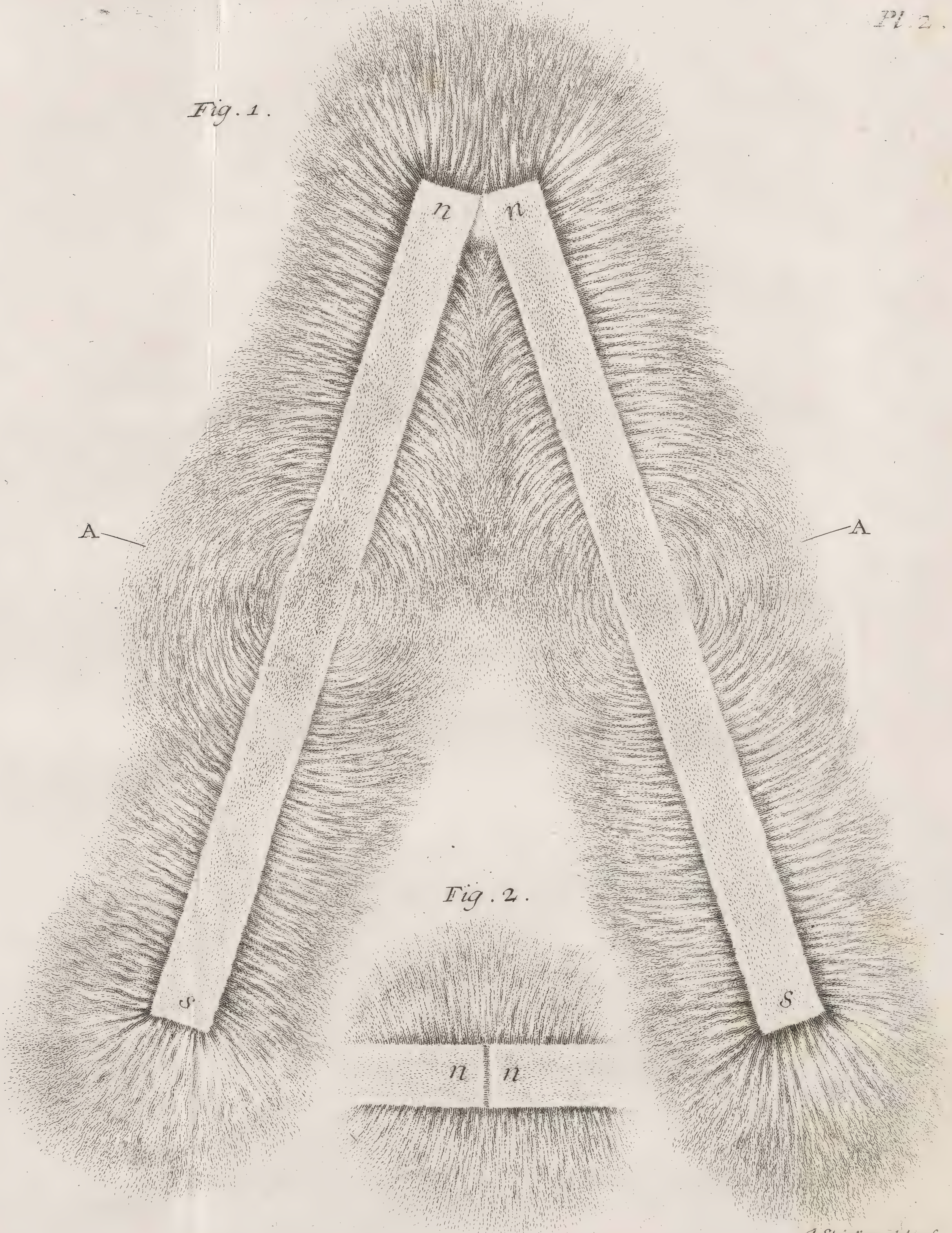


Fig. 2.

J. Striedbeck del. et sc.

Fig. 1.

Pl. 3.

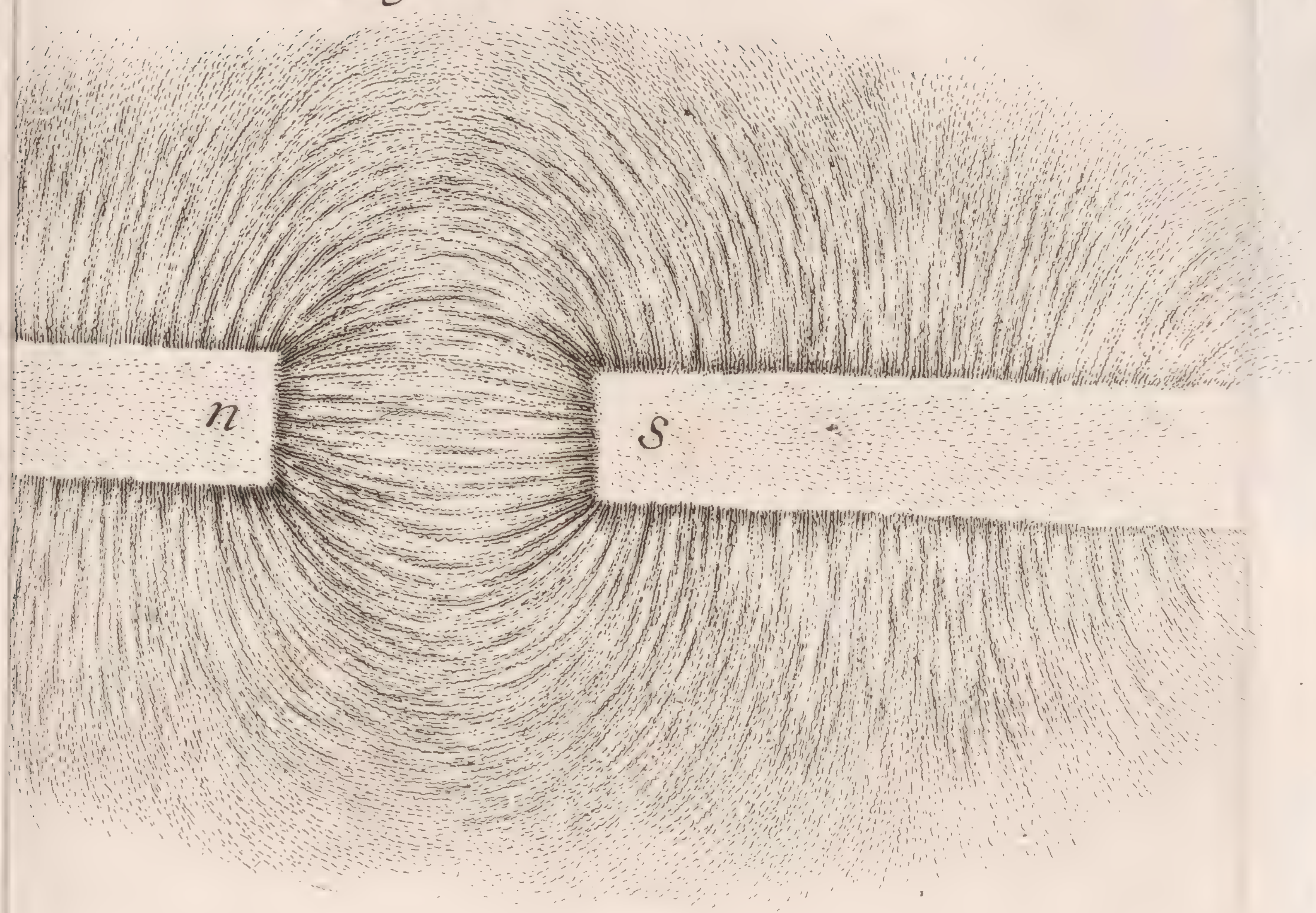
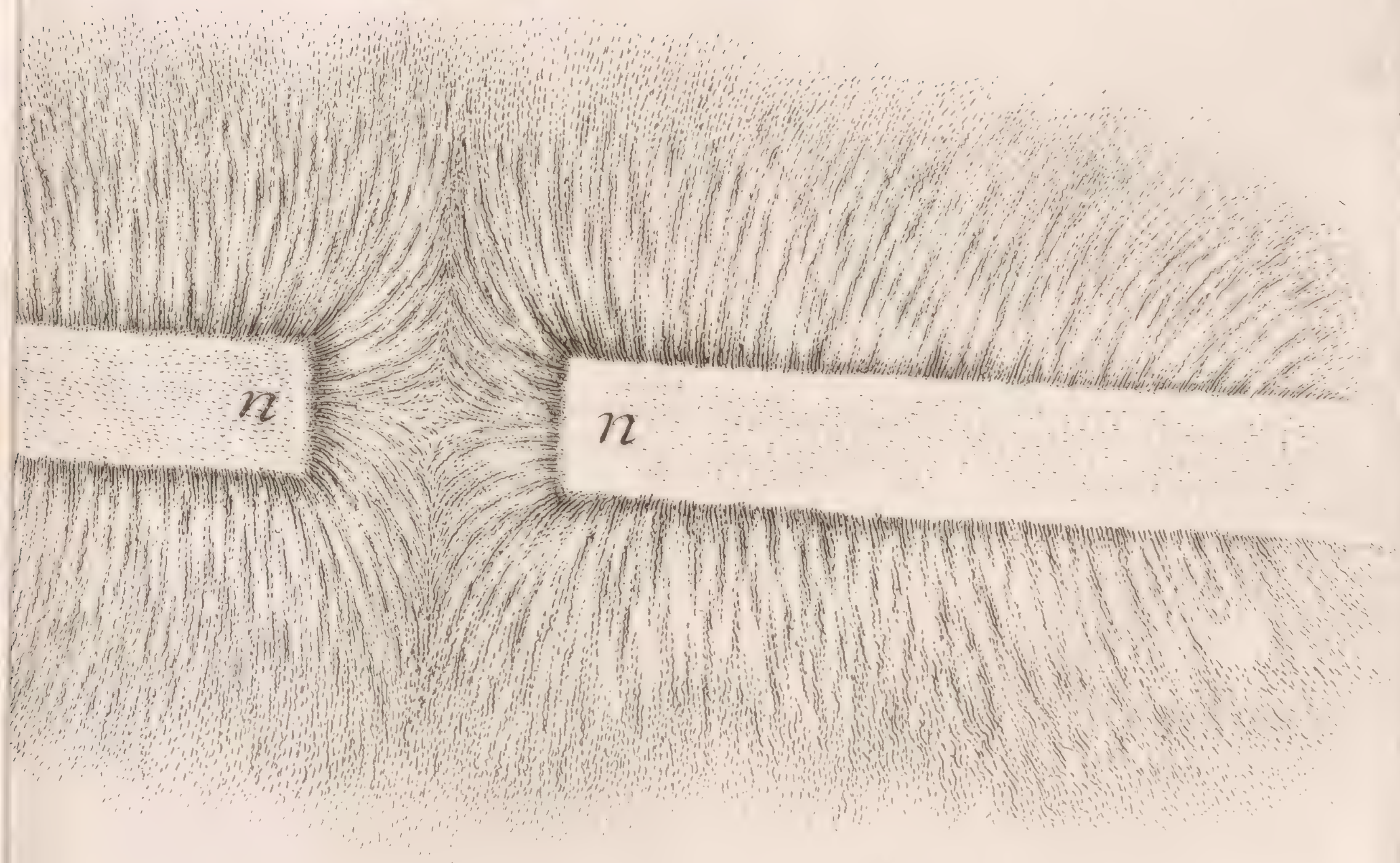


Fig. 2.



J. Striedbeck del. et sc.

Fig. 1.

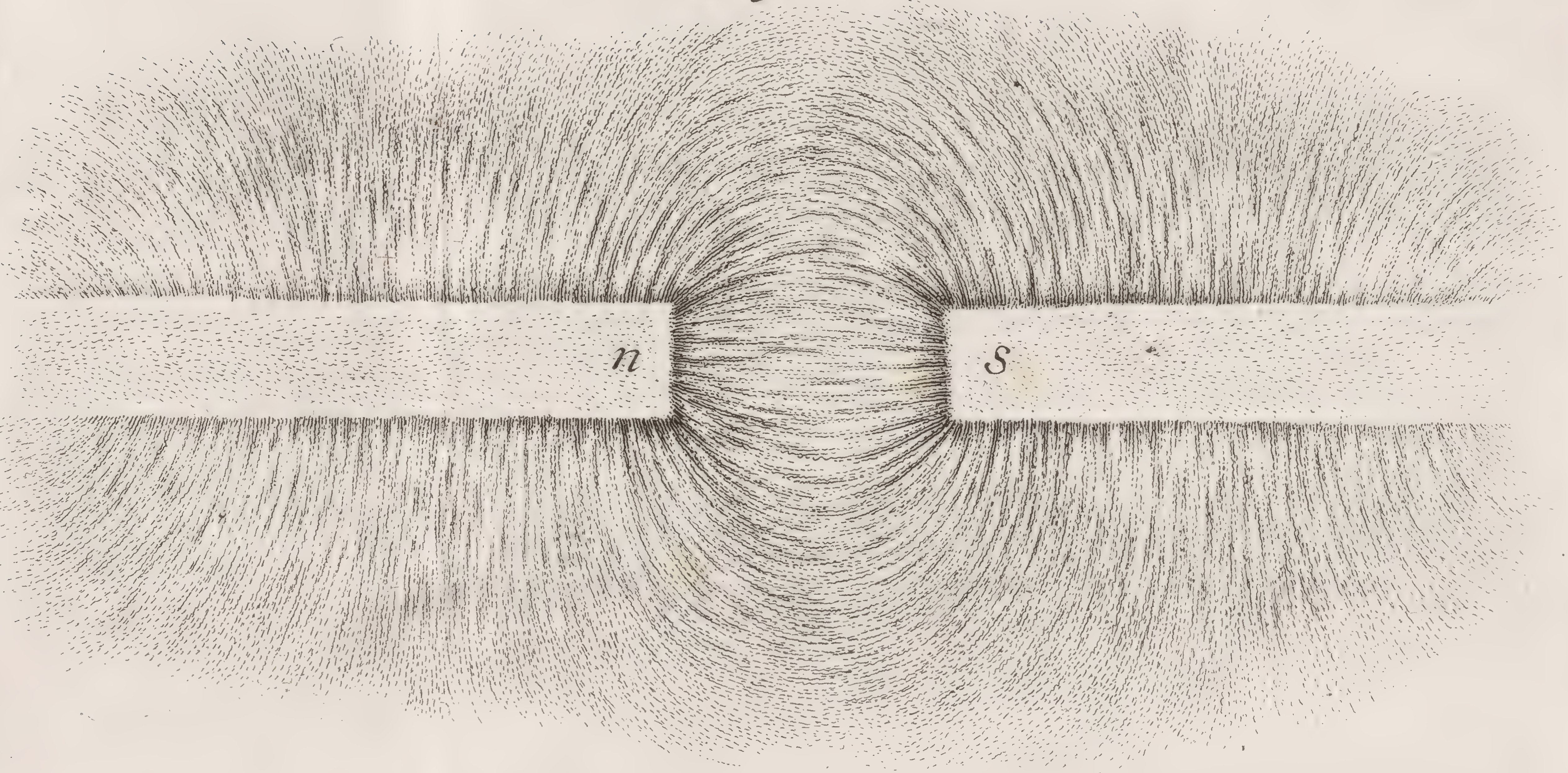
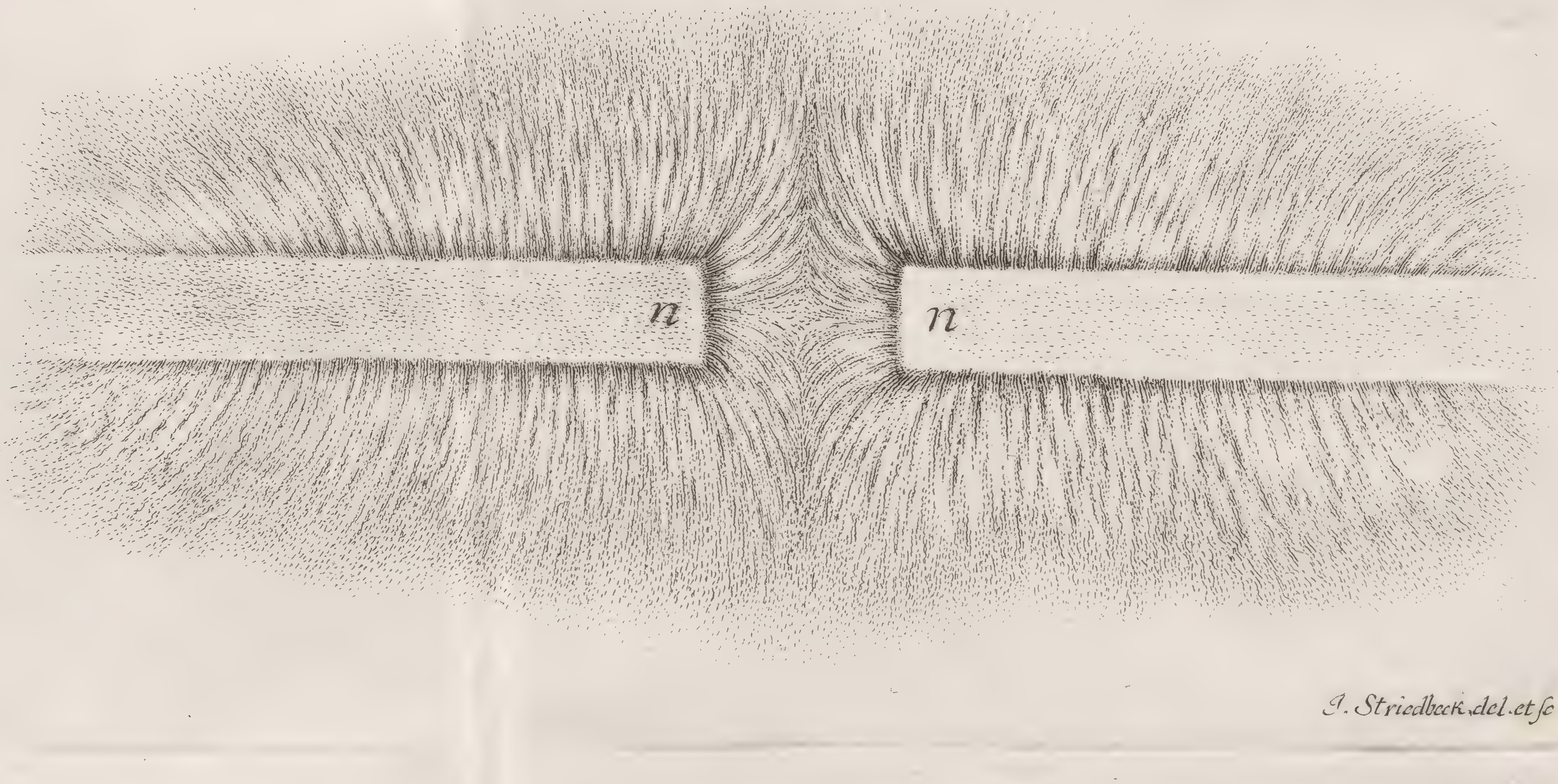
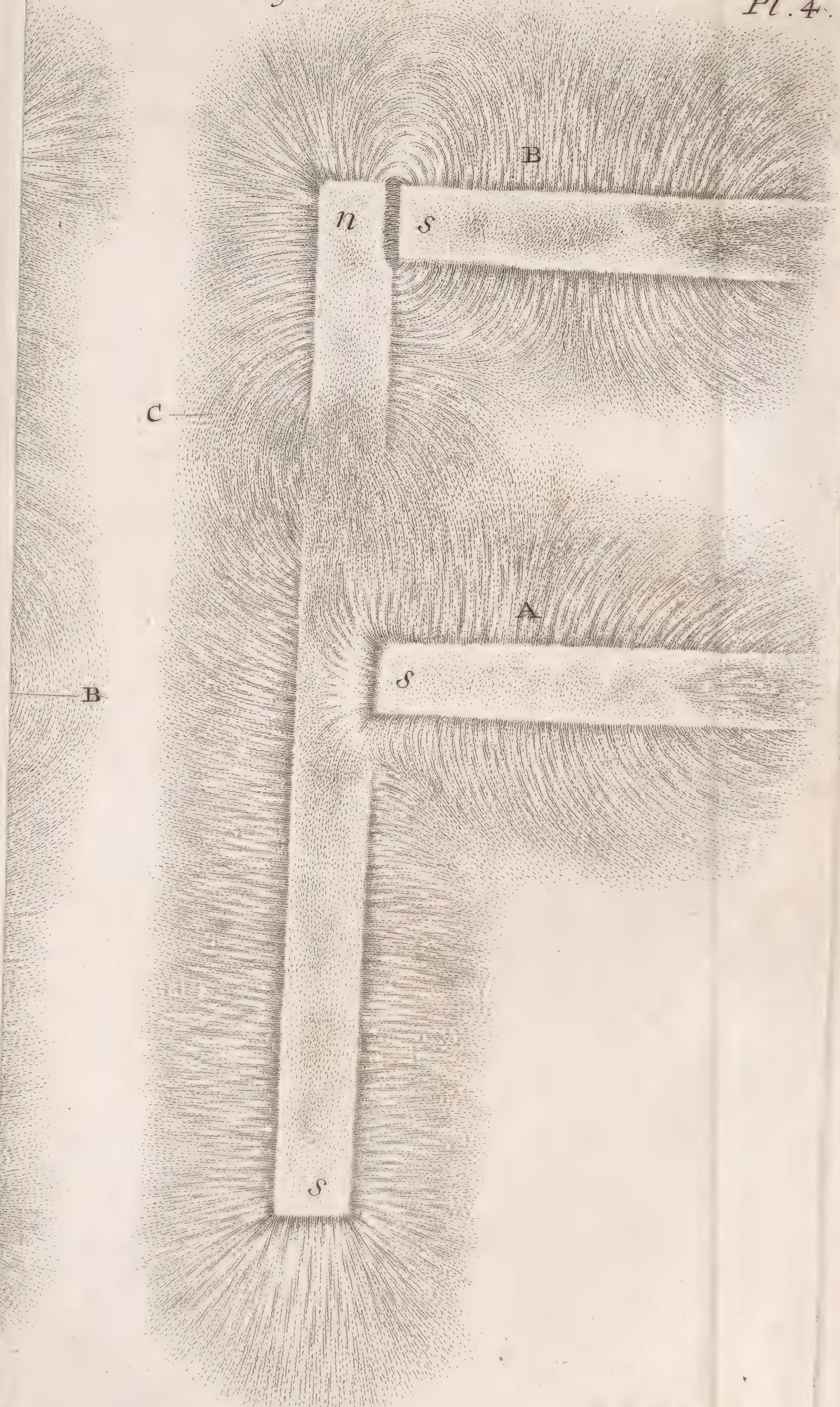


Fig. 2.



J. Striedbeck del. et sc:

Fig. 2.



J. Striedbeck. del. et sc.

Pl. 4.

Fig. 1.

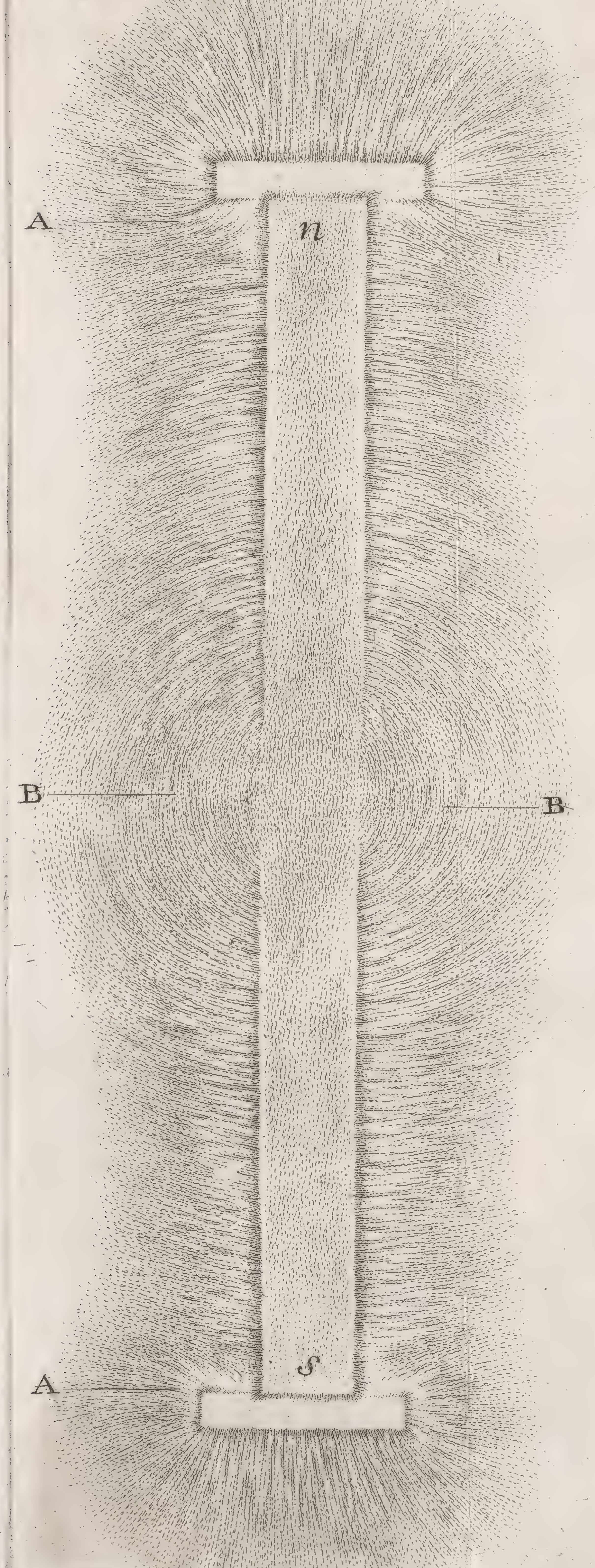
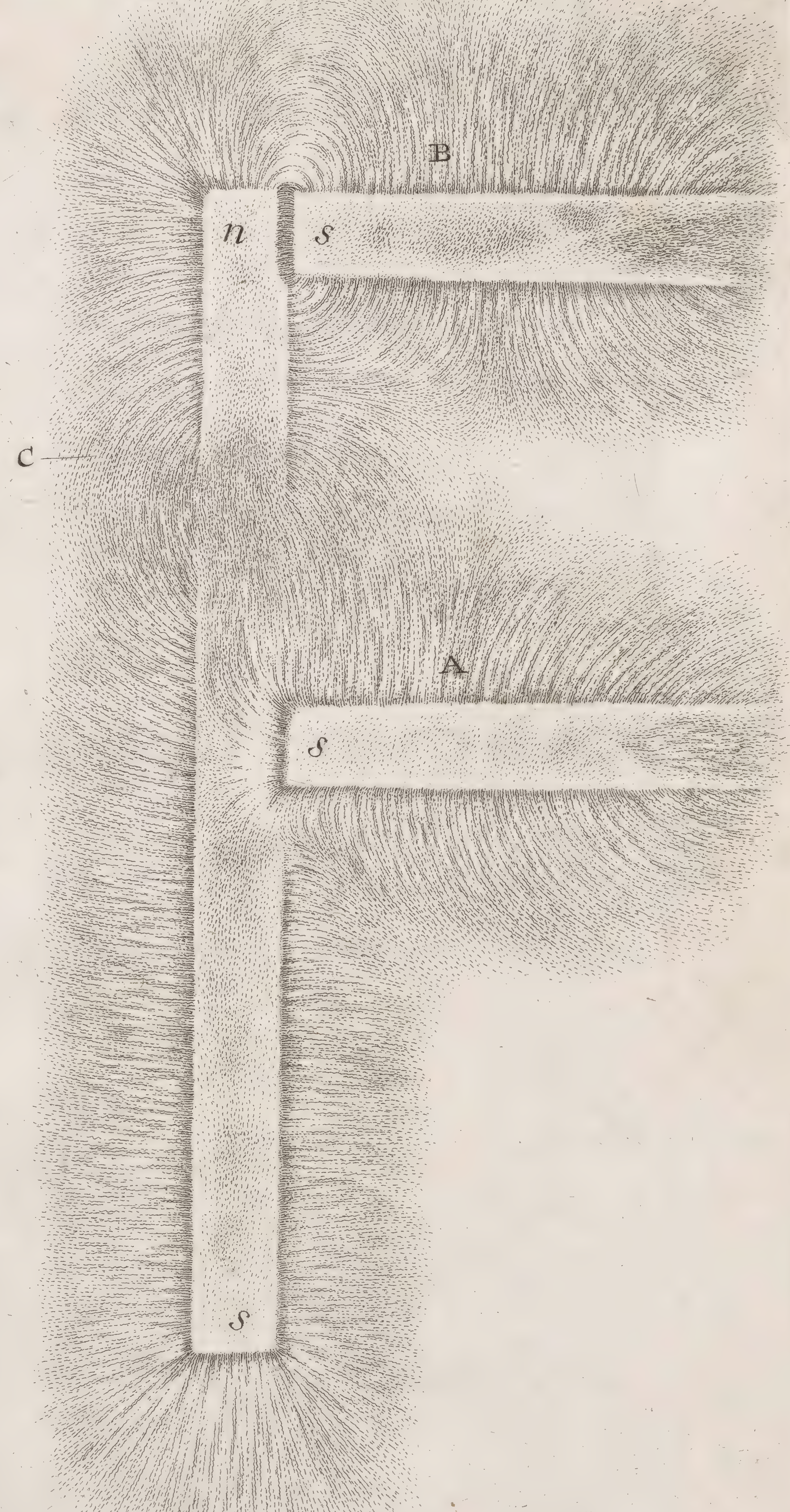


Fig. 2.



J. Striedbeck. del. et sc.

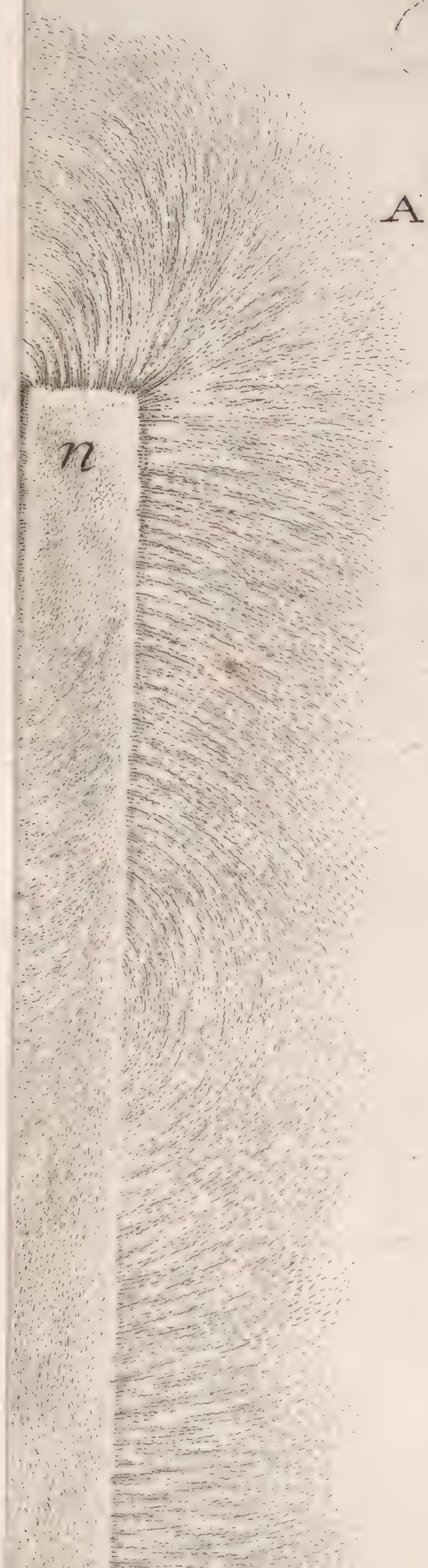
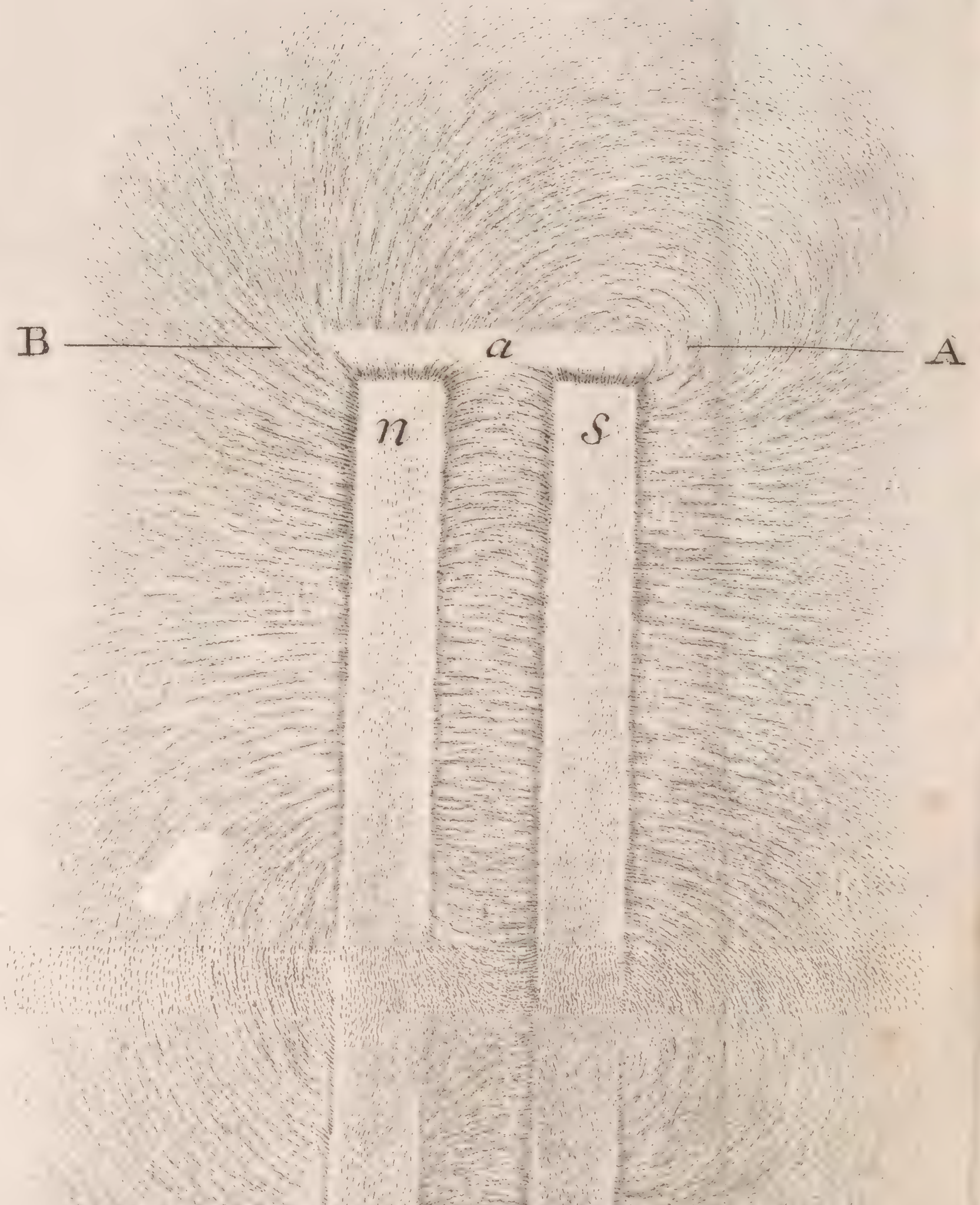


Fig. 2.



J. Striedbeck. del. et sc.

Fig. 1.

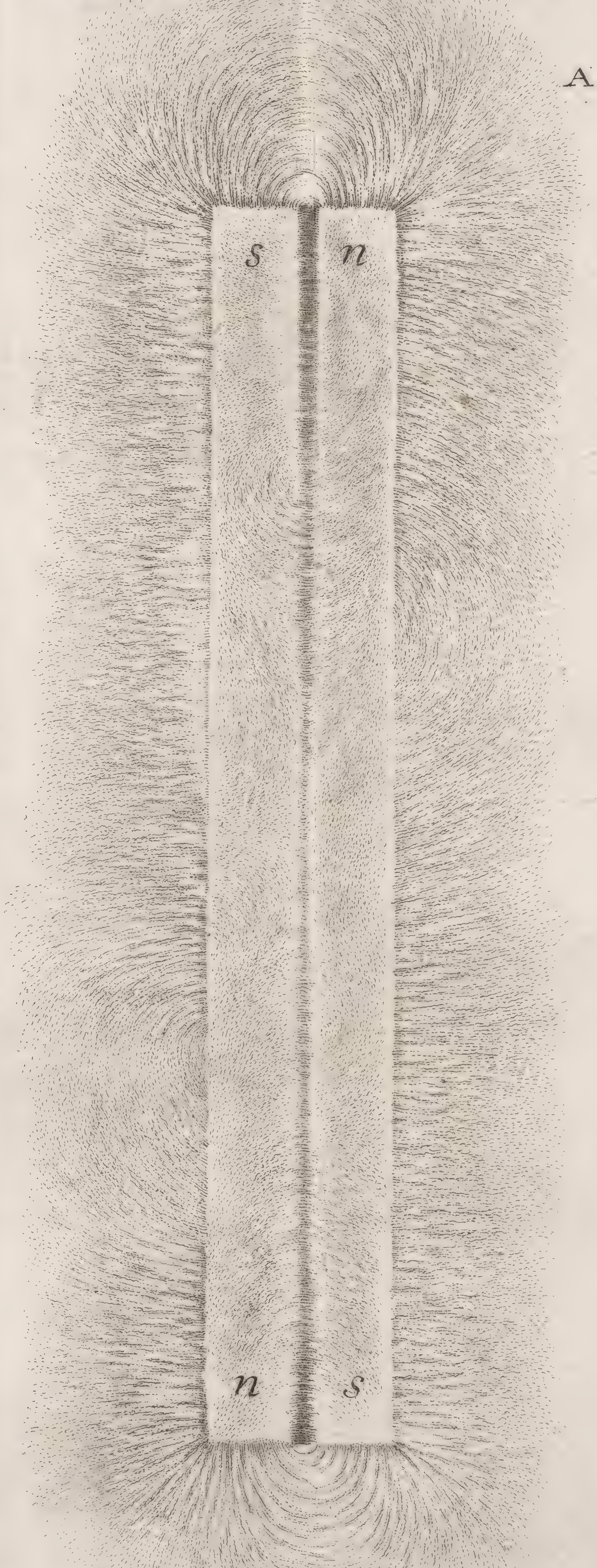
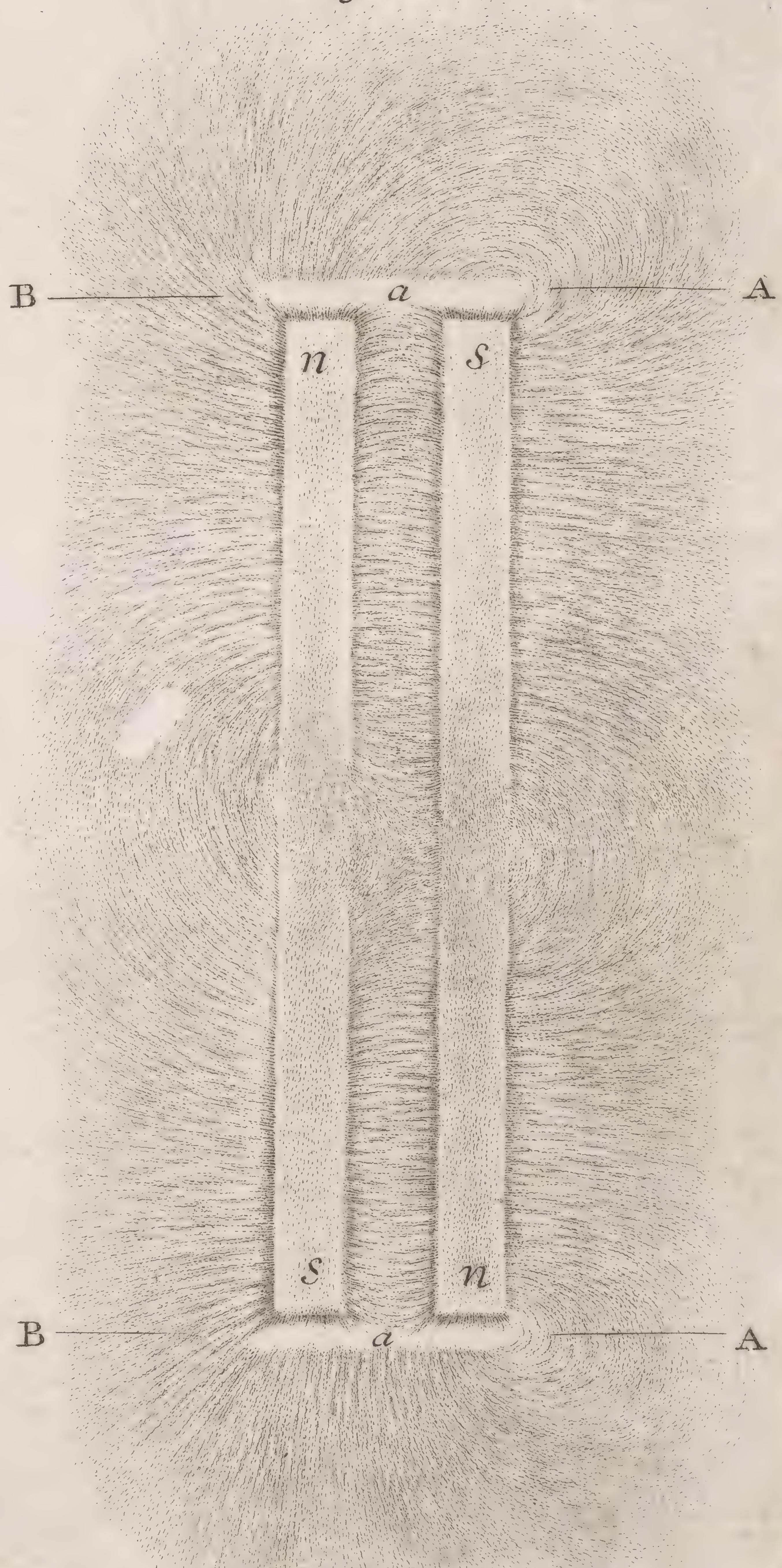


Fig. 2.



J. Striedbeck. del. et sc.

Fig. 2.

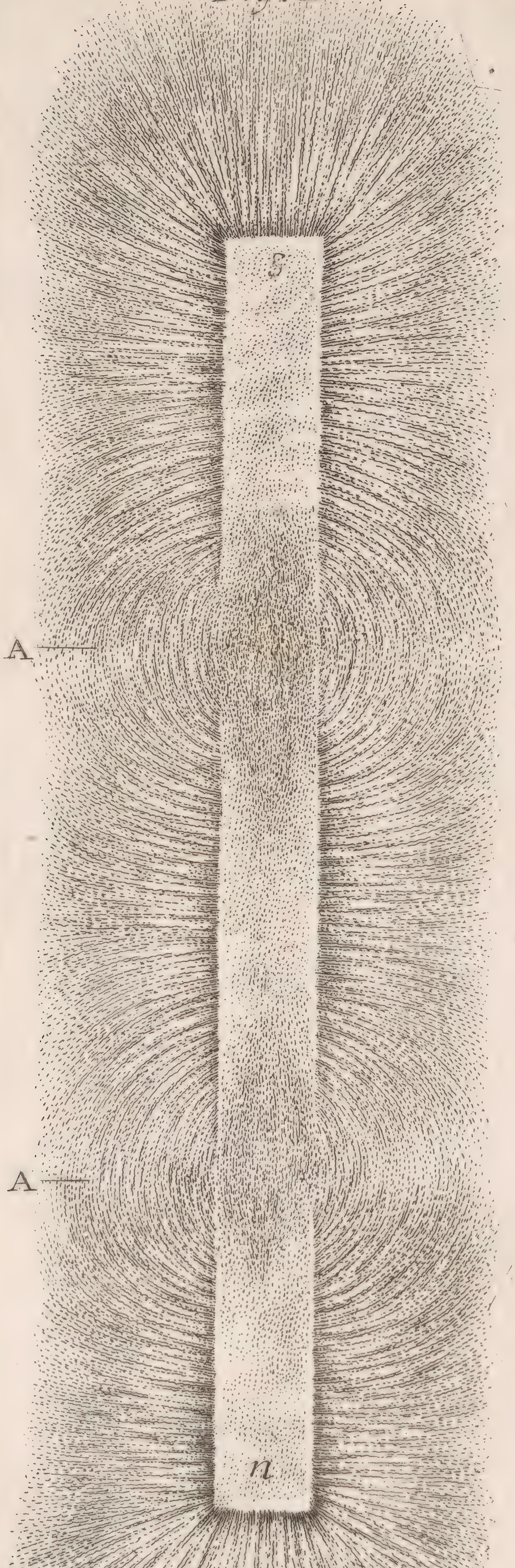
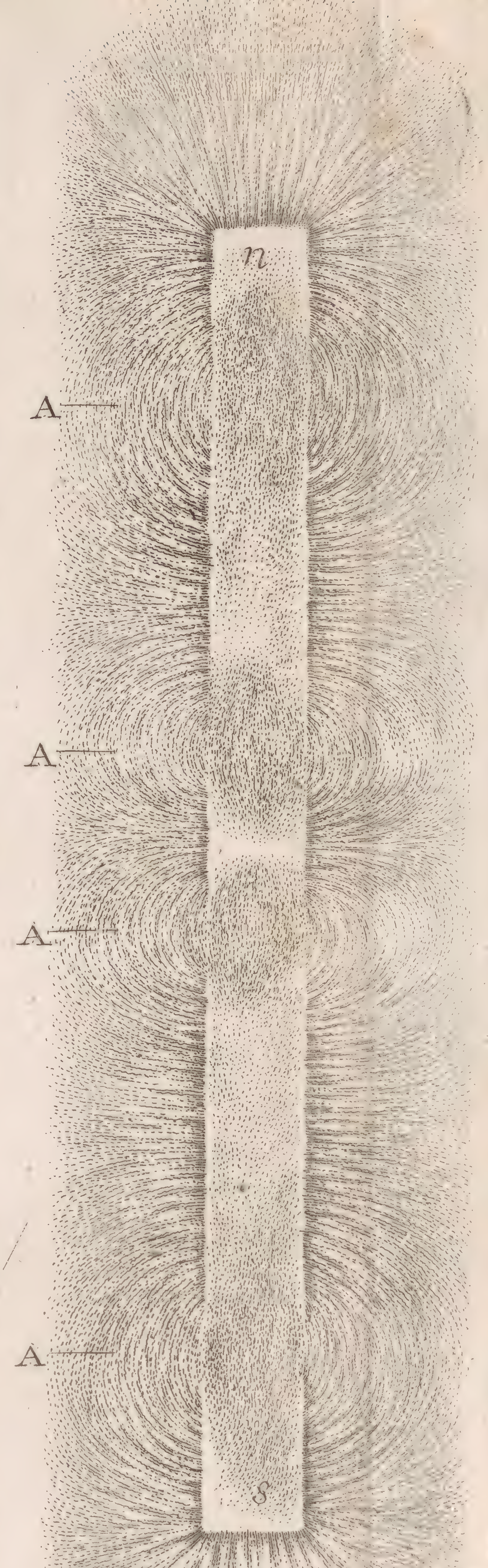
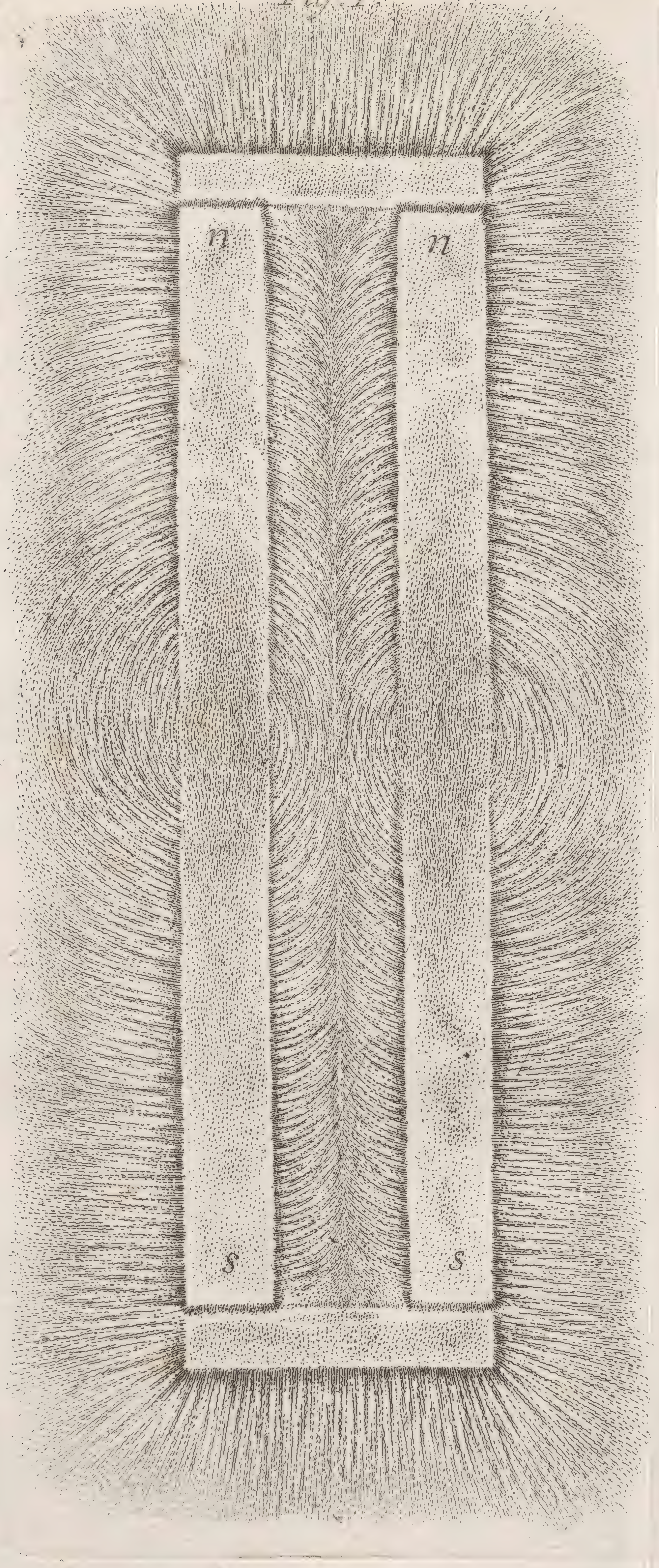


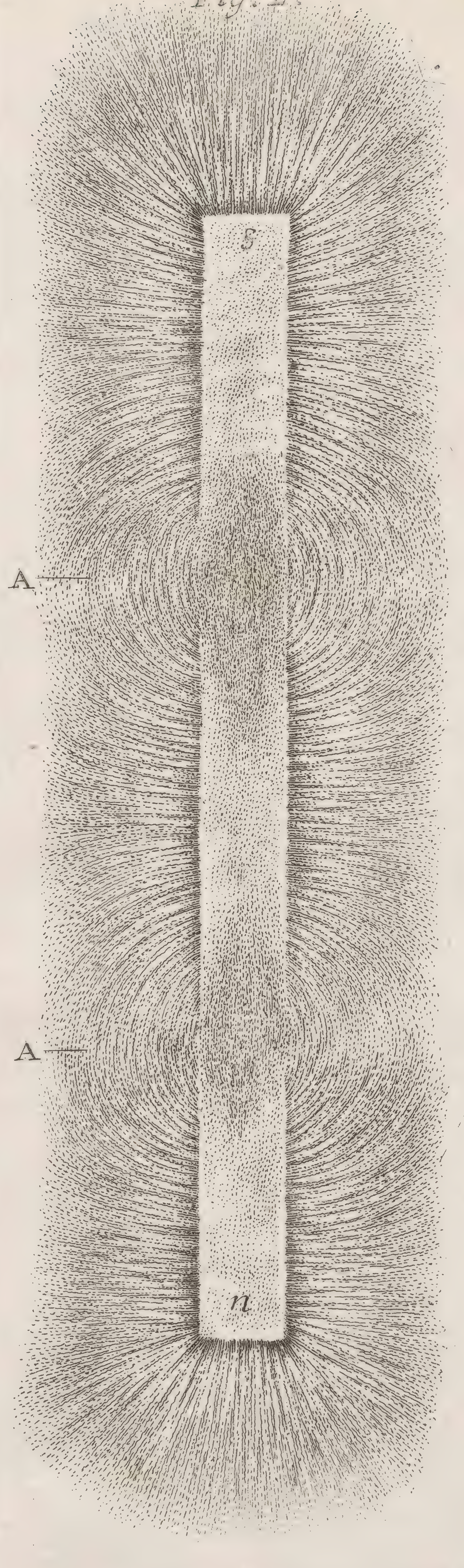
Fig. 3.

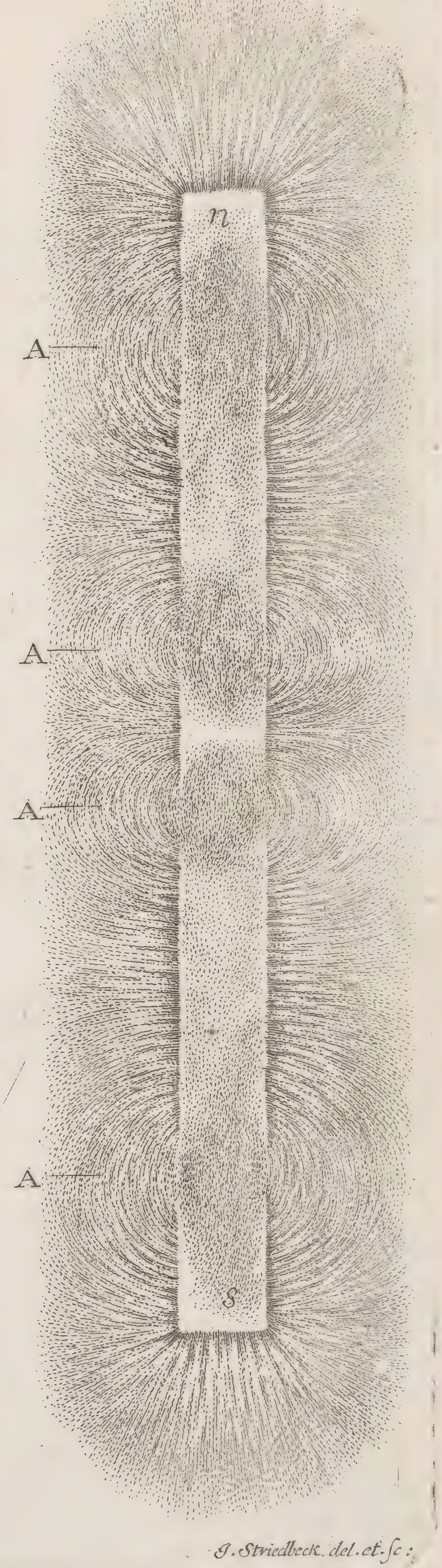


J. Striedbeck. del. et. sc:

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Pl. 6.







J. Stviedbeck. del. et. sc.

Pl. 7.

Fig. 3.

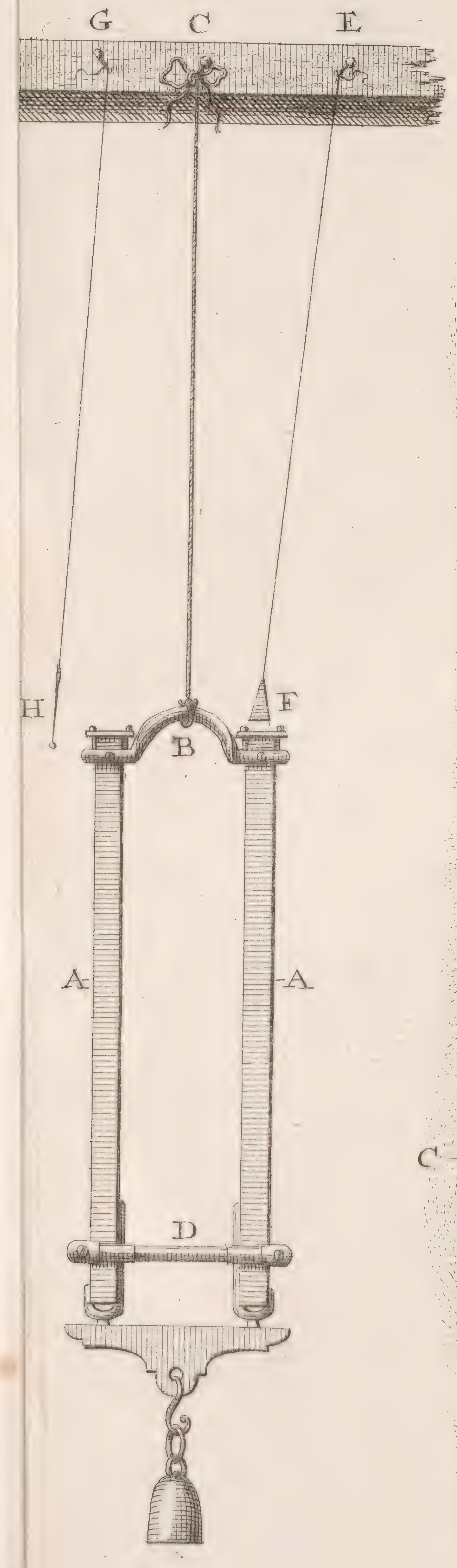
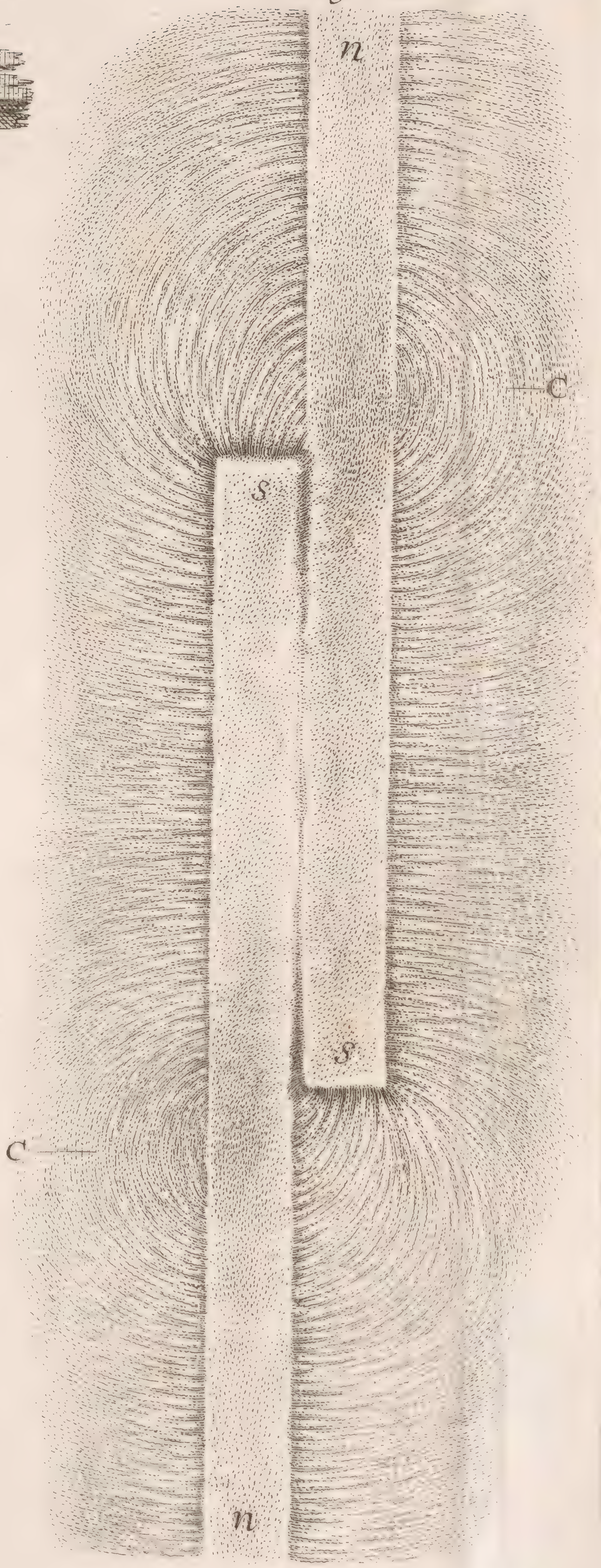


Fig. 2.



J. Striedbeck del. et sc.

Pl. 7.

Fig. 1.

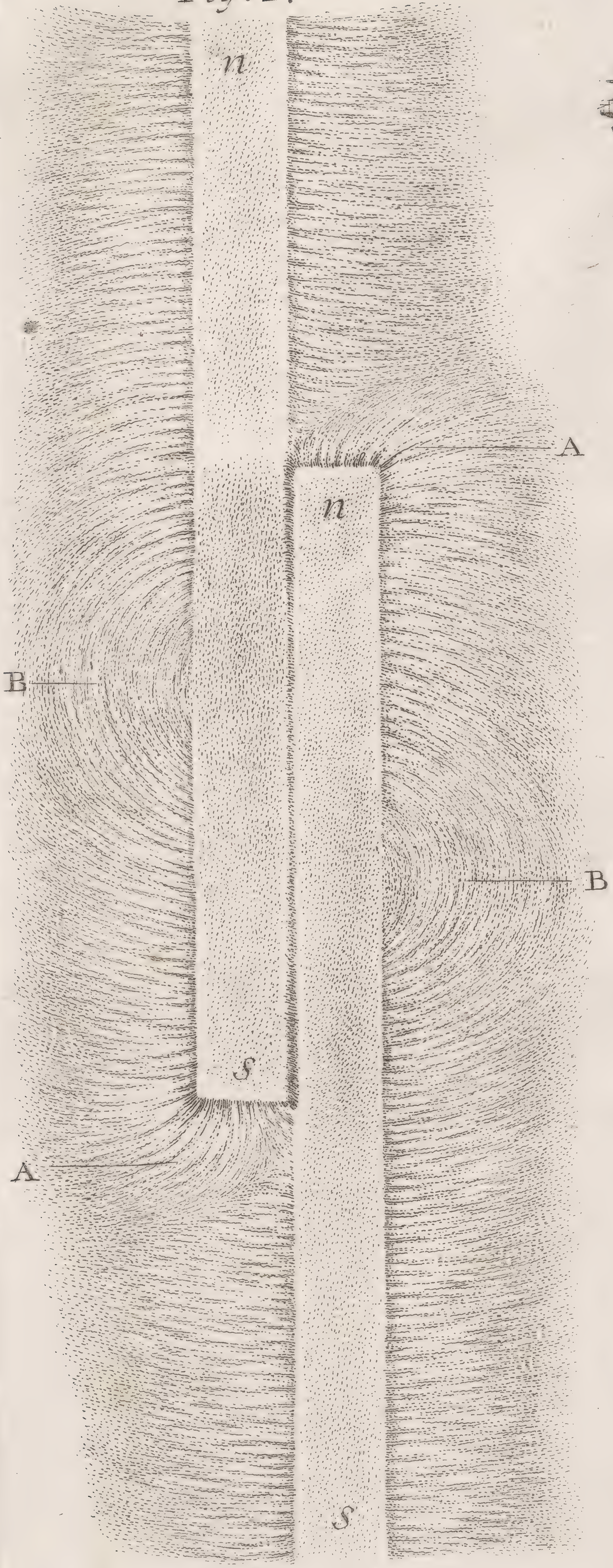


Fig. 3.

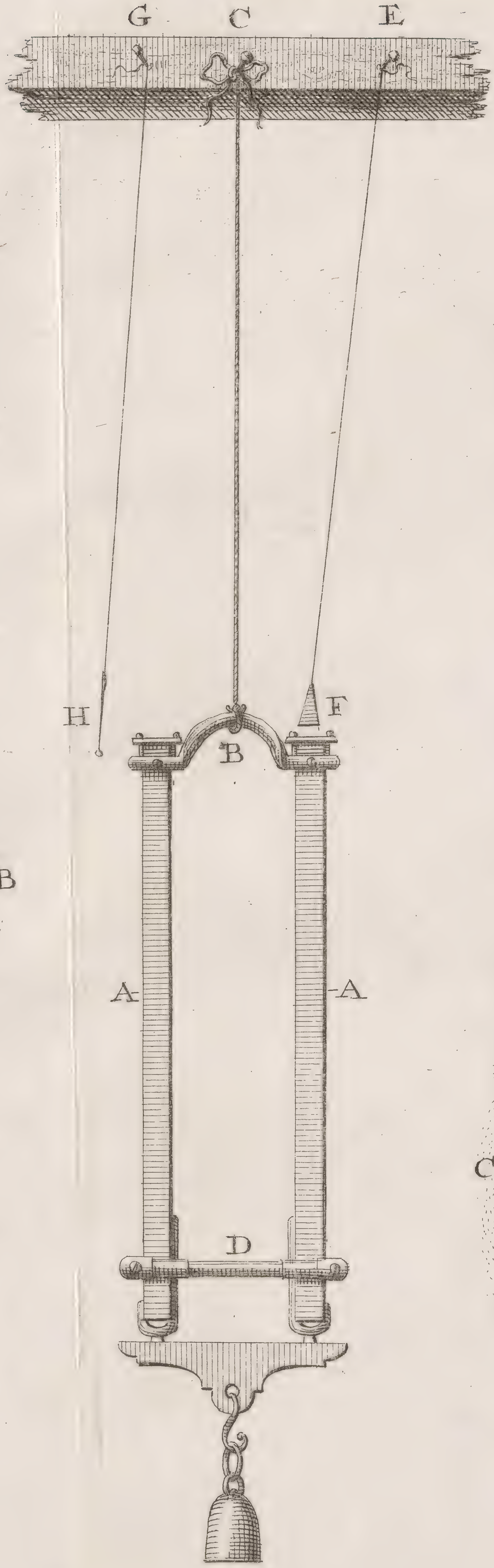
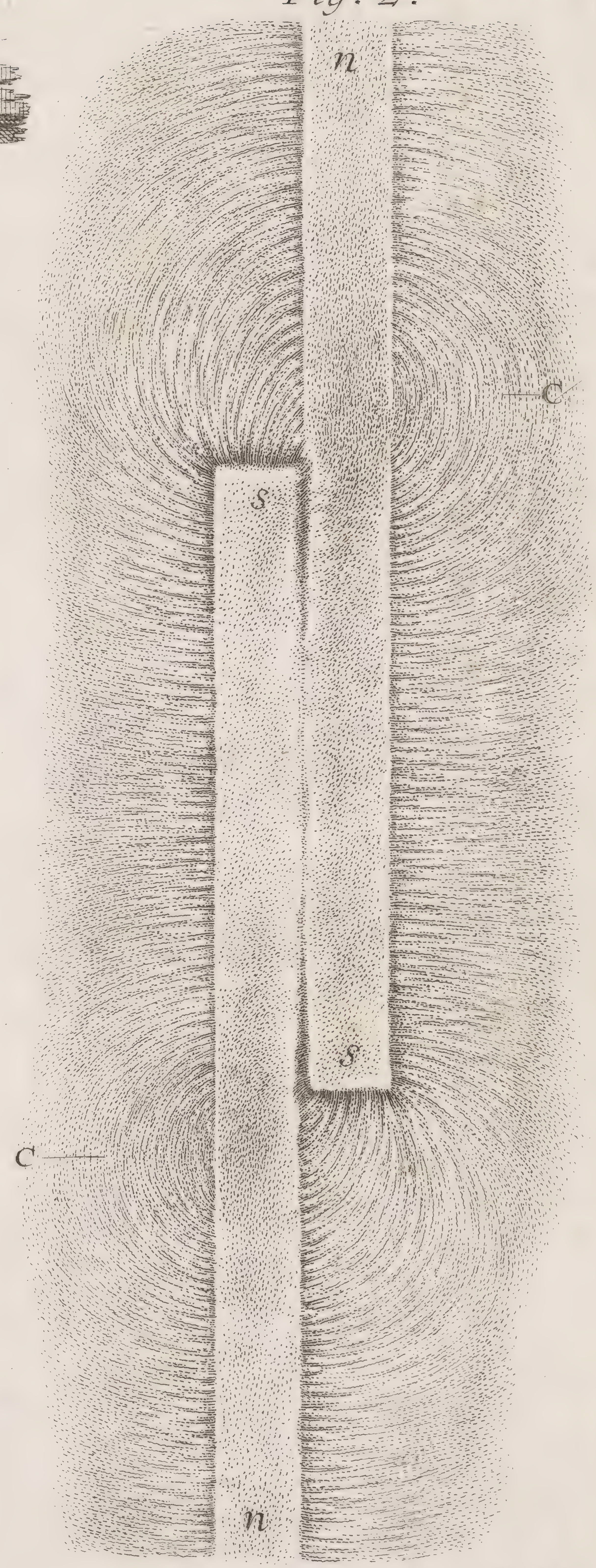


Fig. 2.



J. Striedbeck. del. et sc.

Fig. 1.

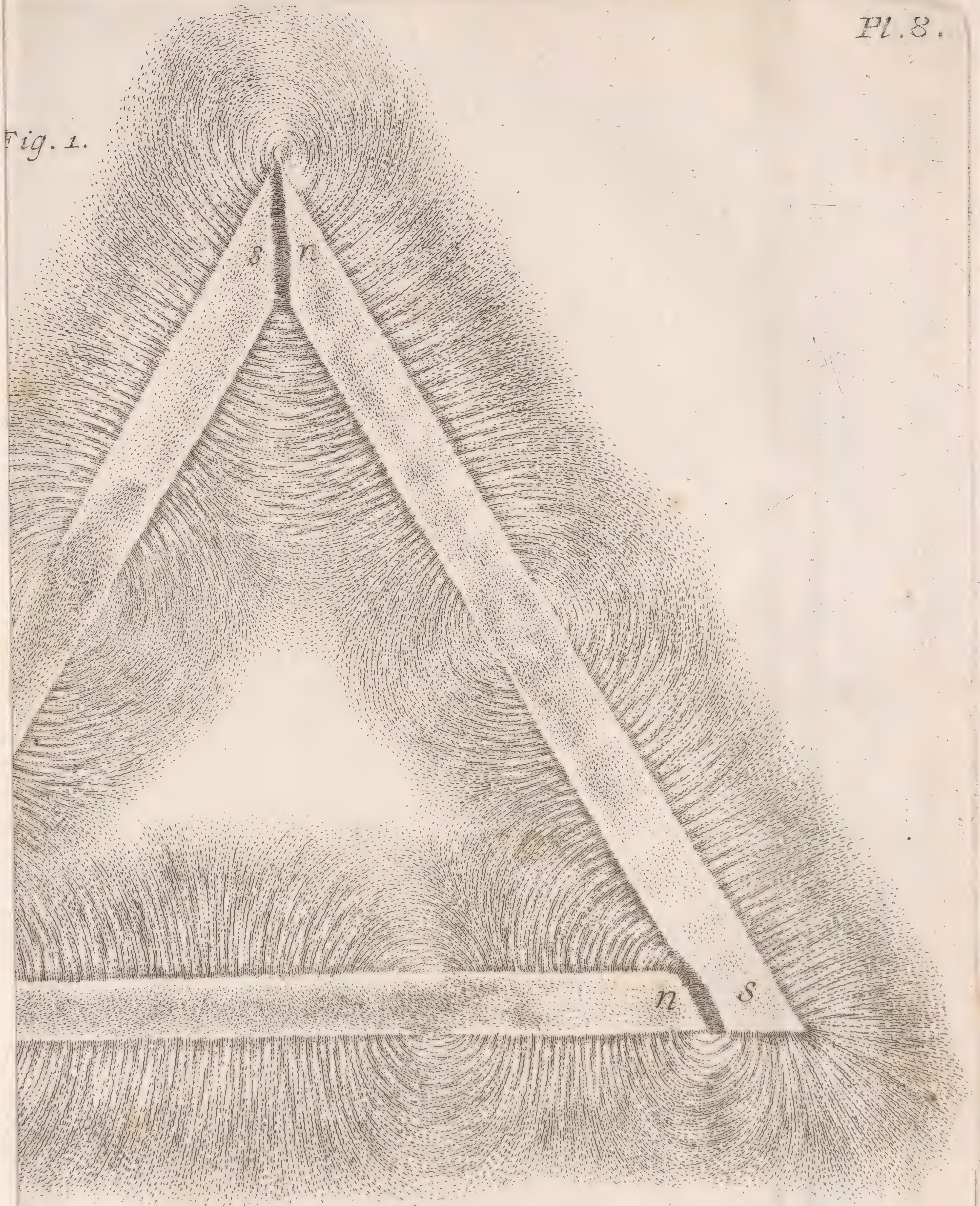


Fig. 2.

Fig. 1.

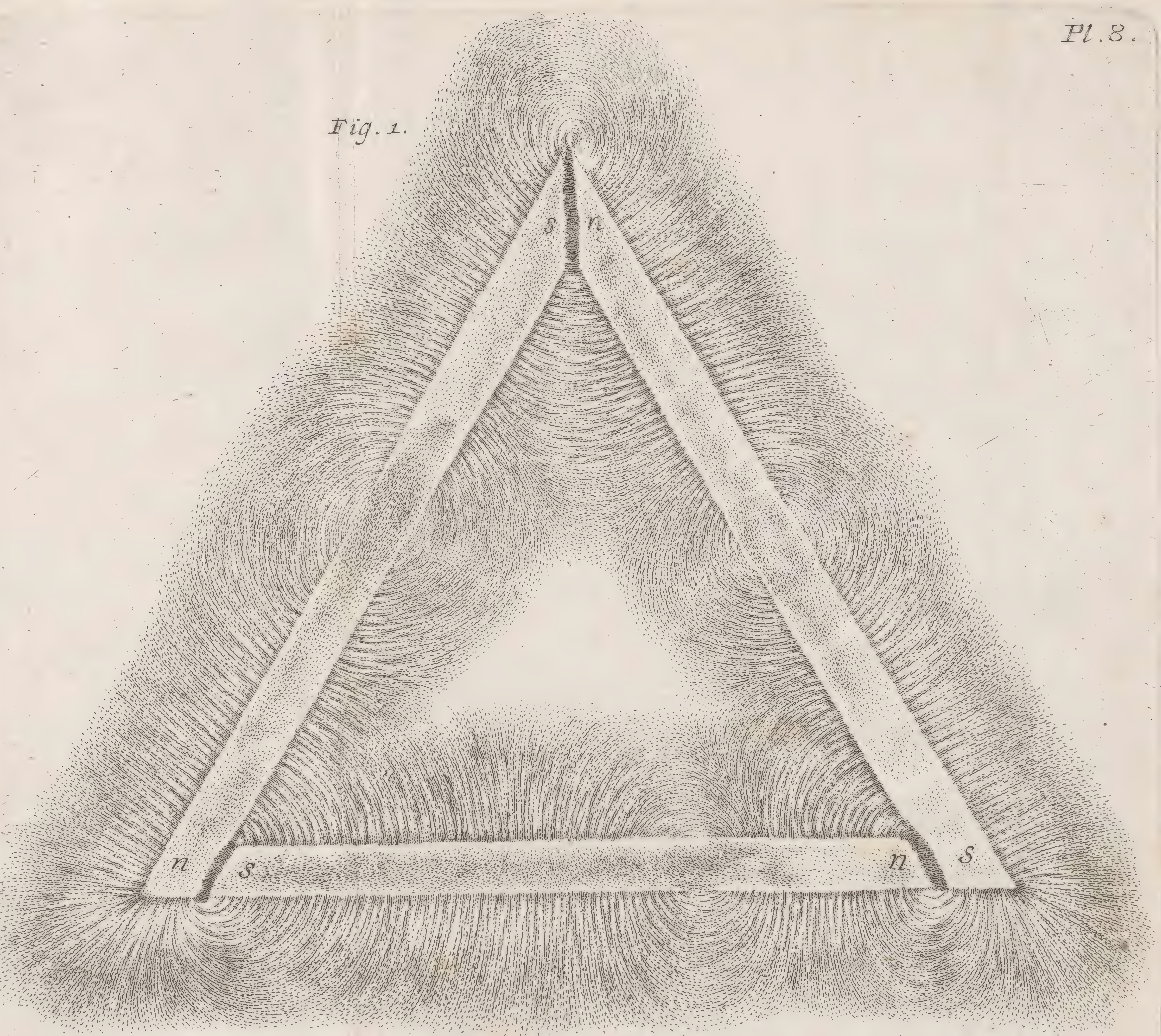


Fig. 2.

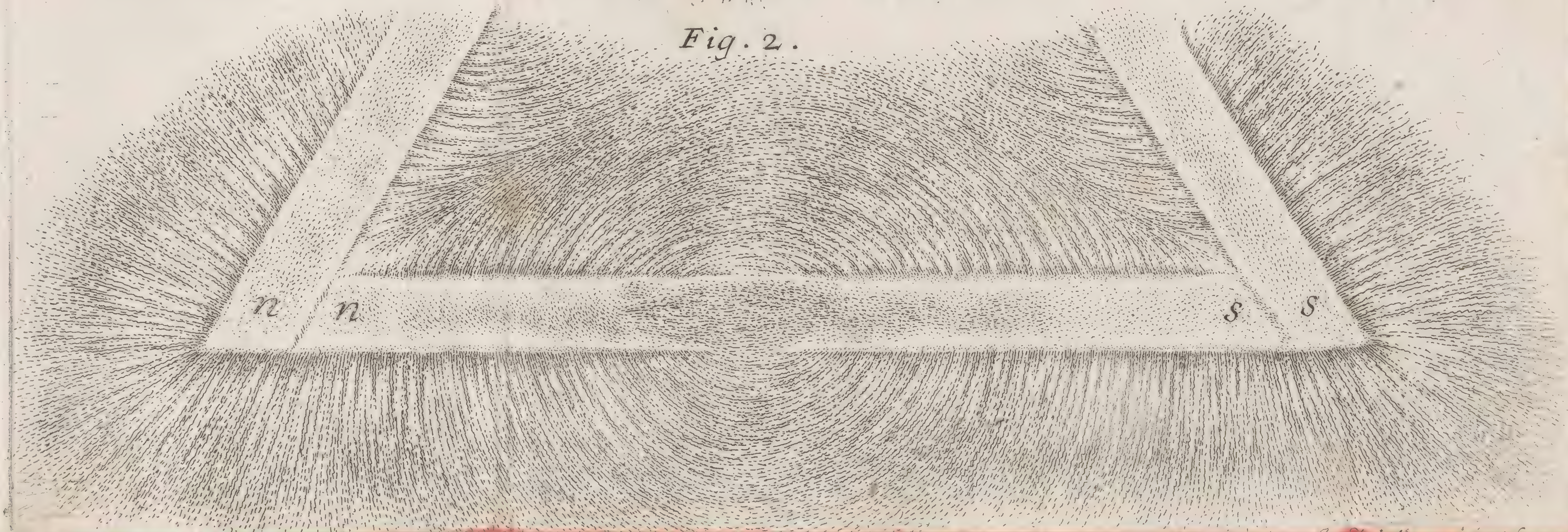


Fig. 1.

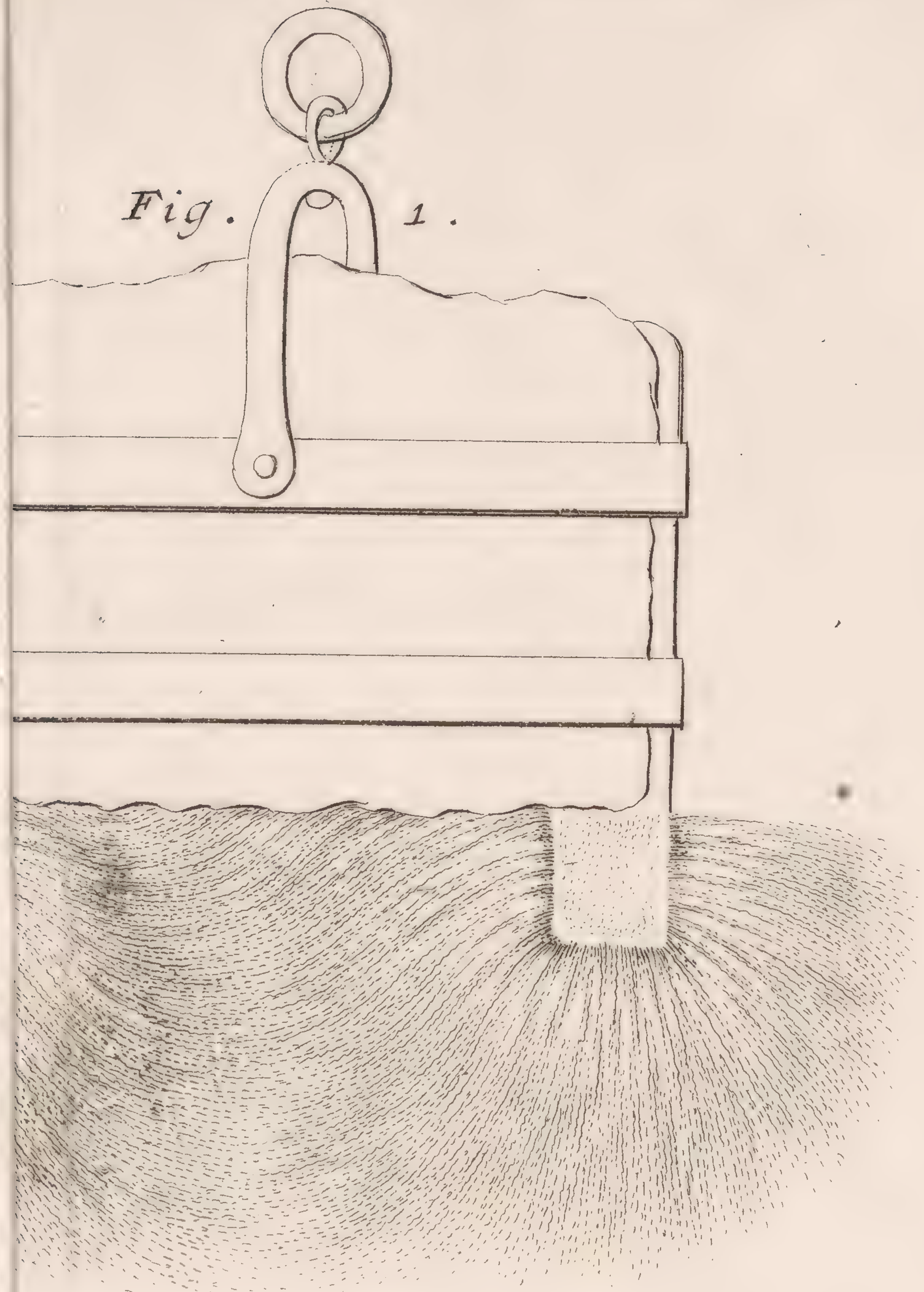


Fig. 2.

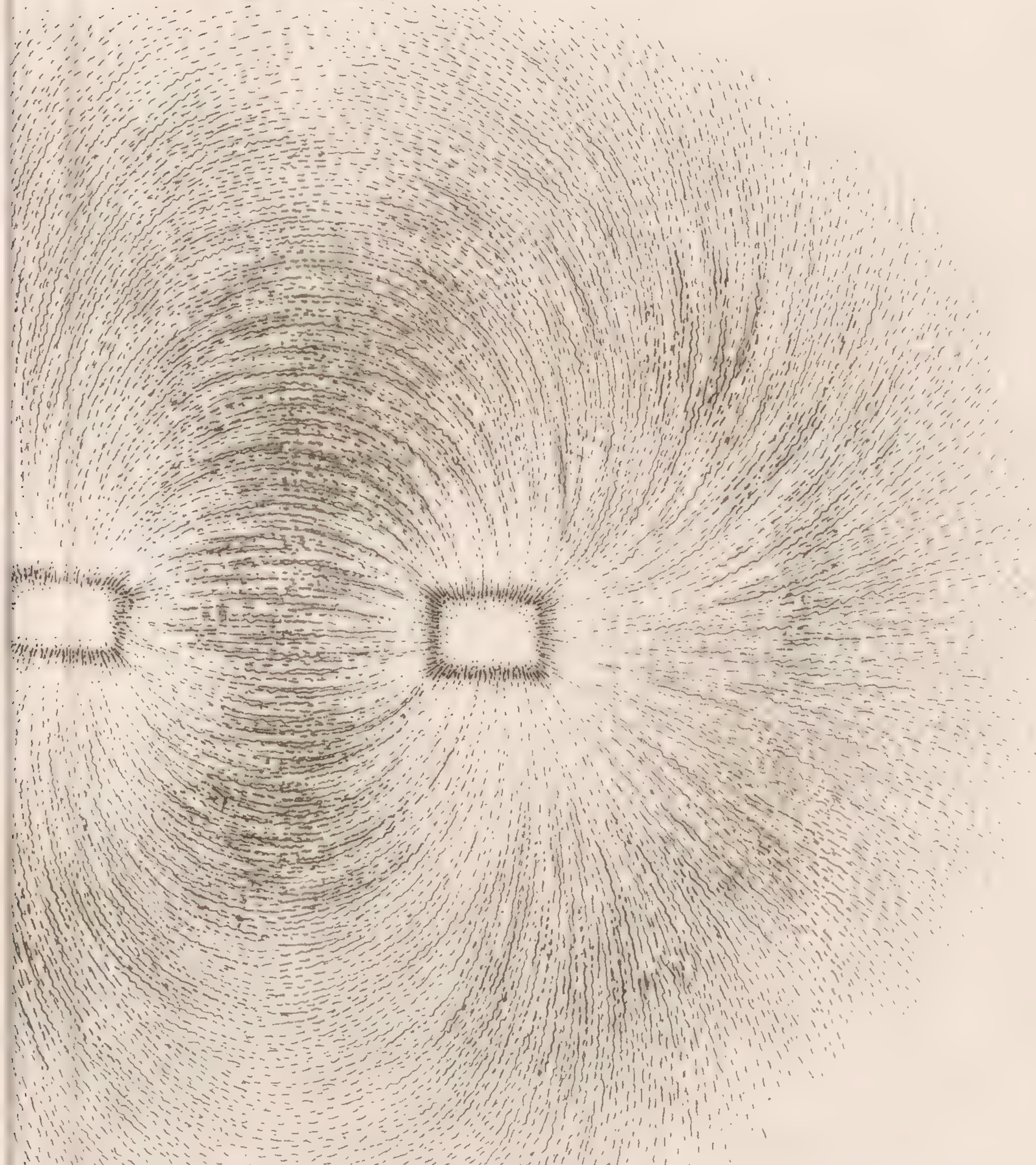
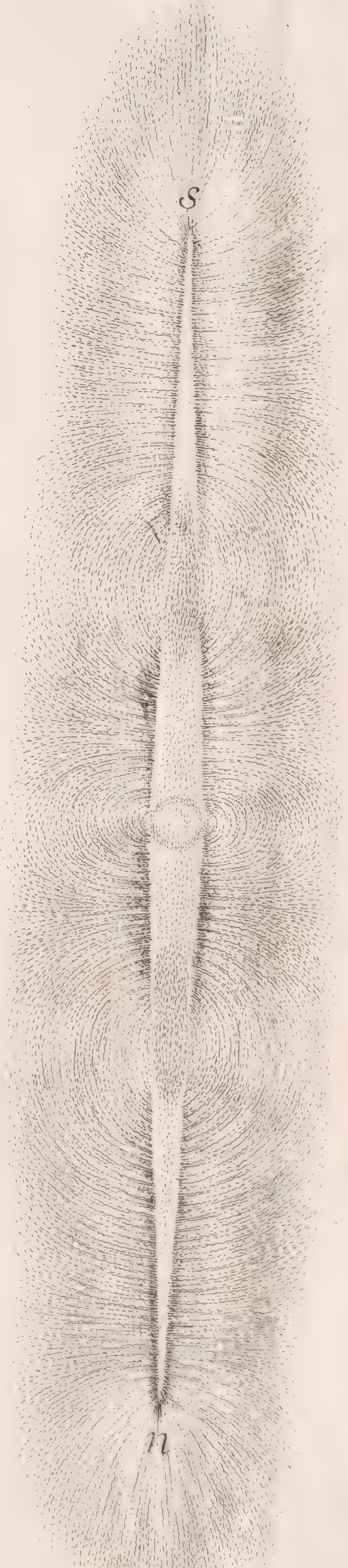


Fig. 3.



J. Striedbeck del. et sc.

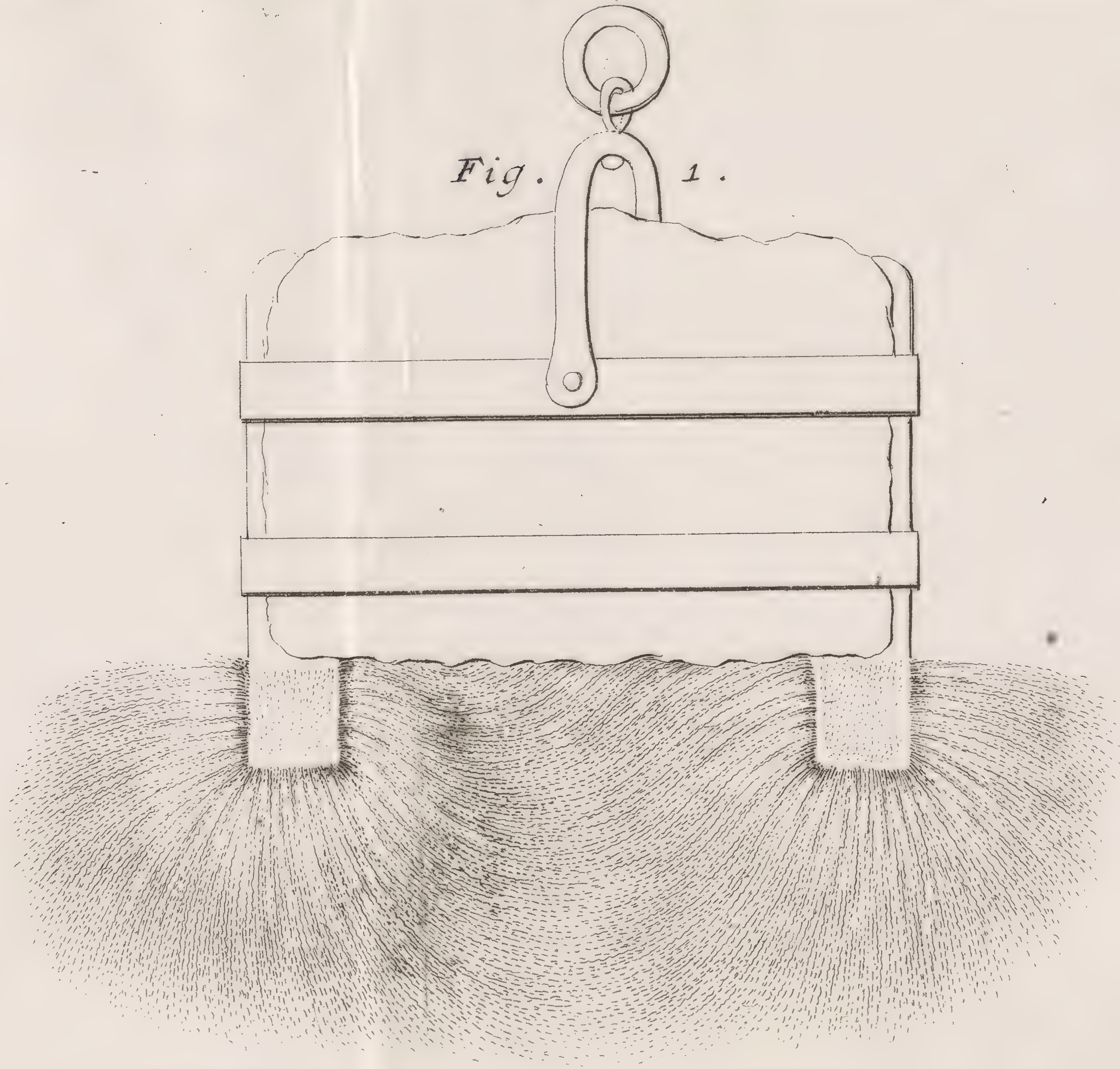


Fig. 1.

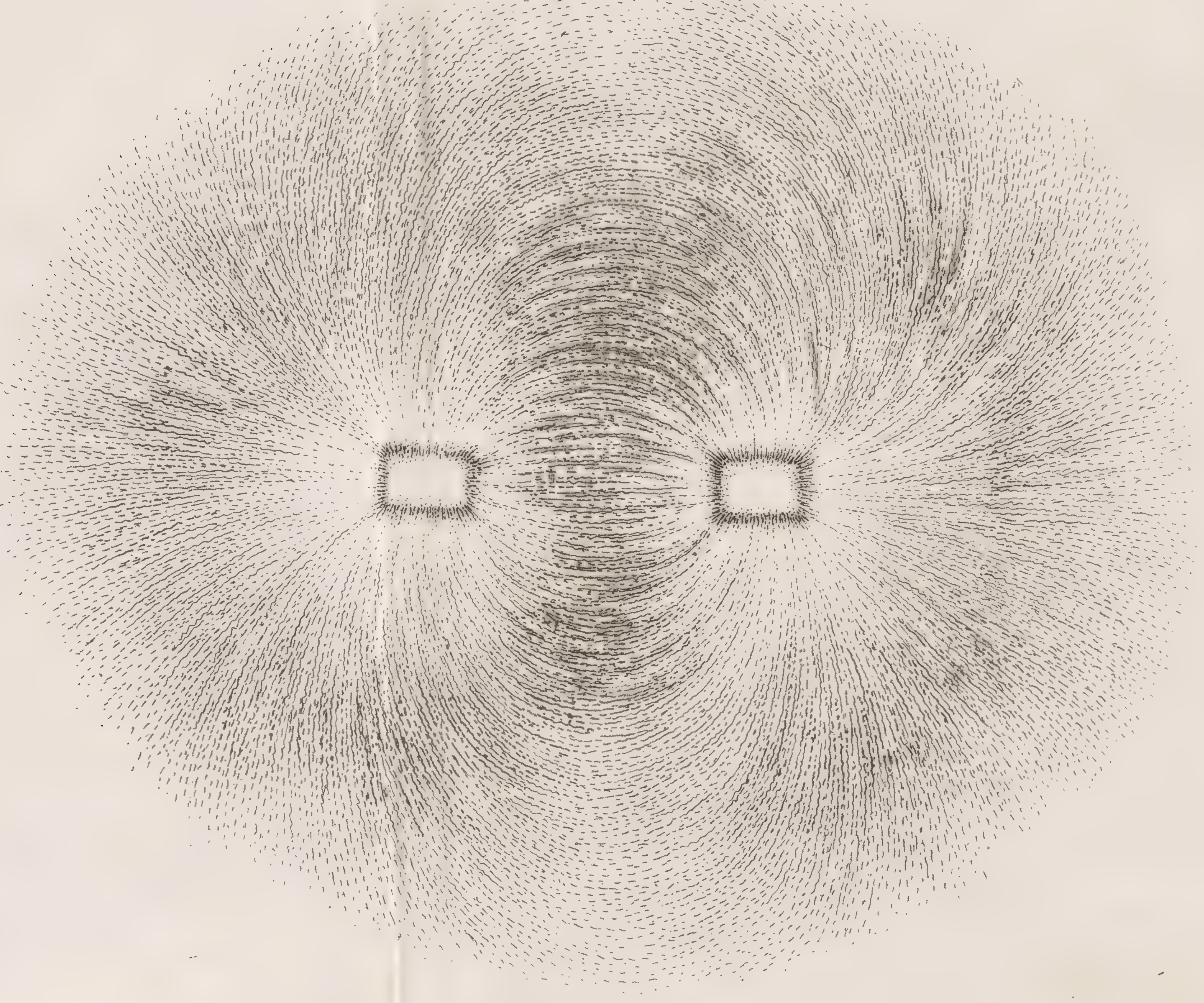


Fig. 2.

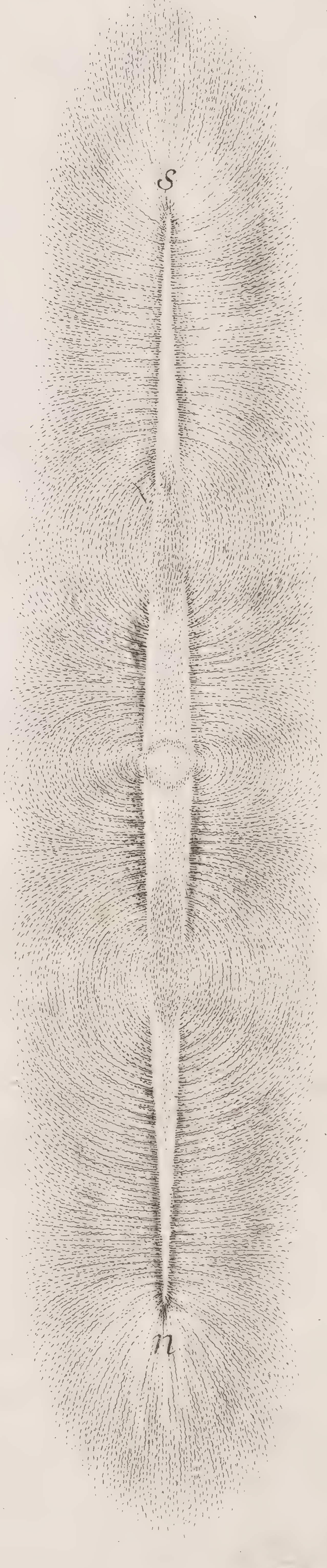


Fig. 3.

J. Striedbeck del. et sc.

Fig. 3.

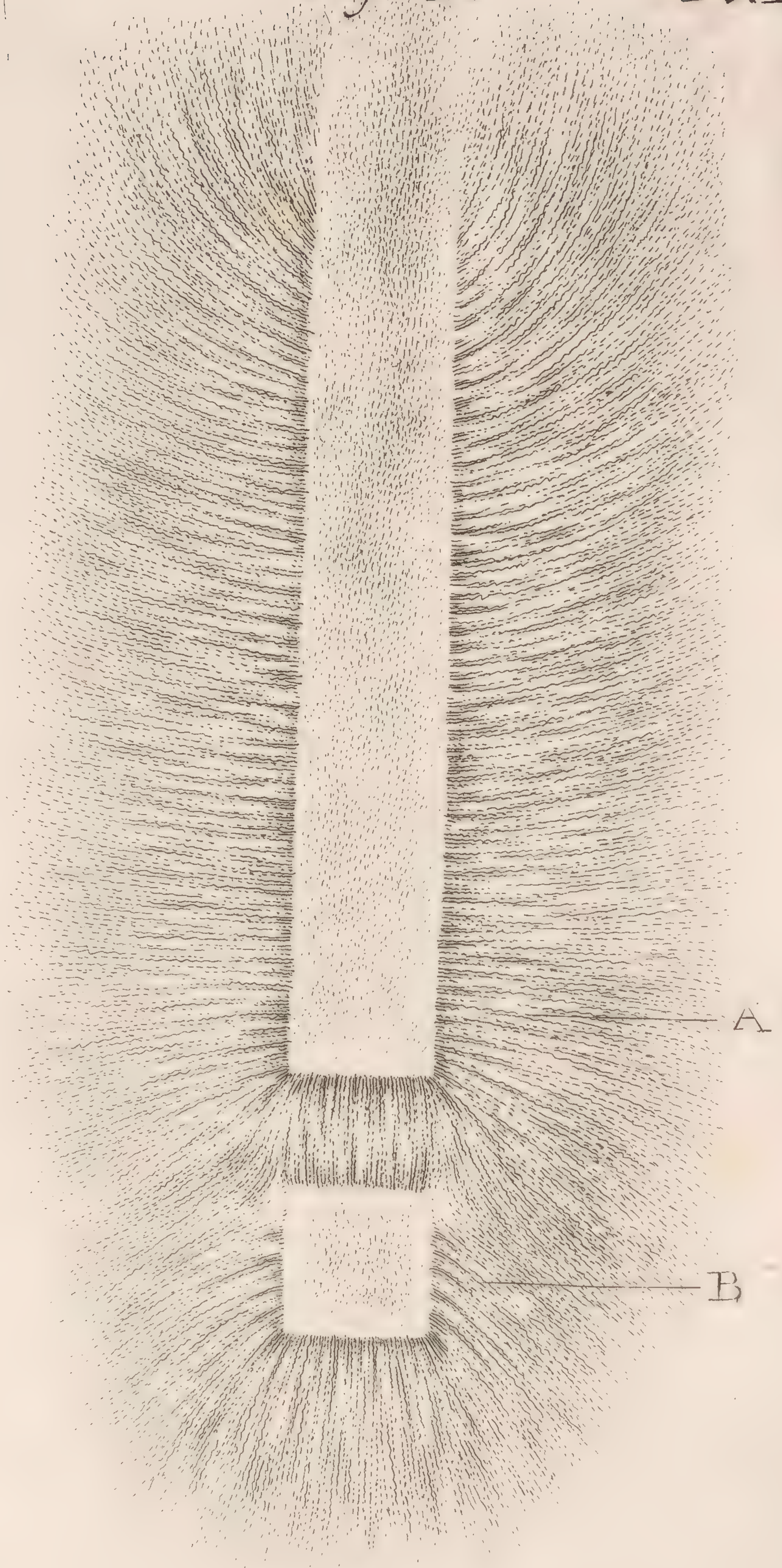
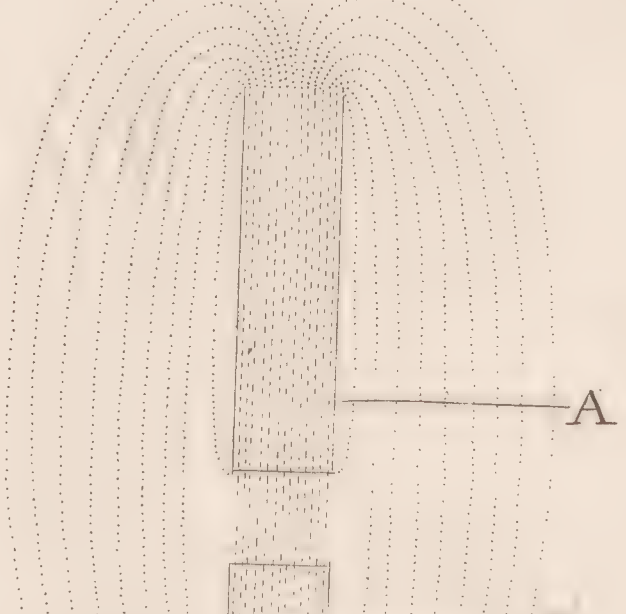


Fig. 4.



J. Striedbeck. del. et sc.

Fig. 1.

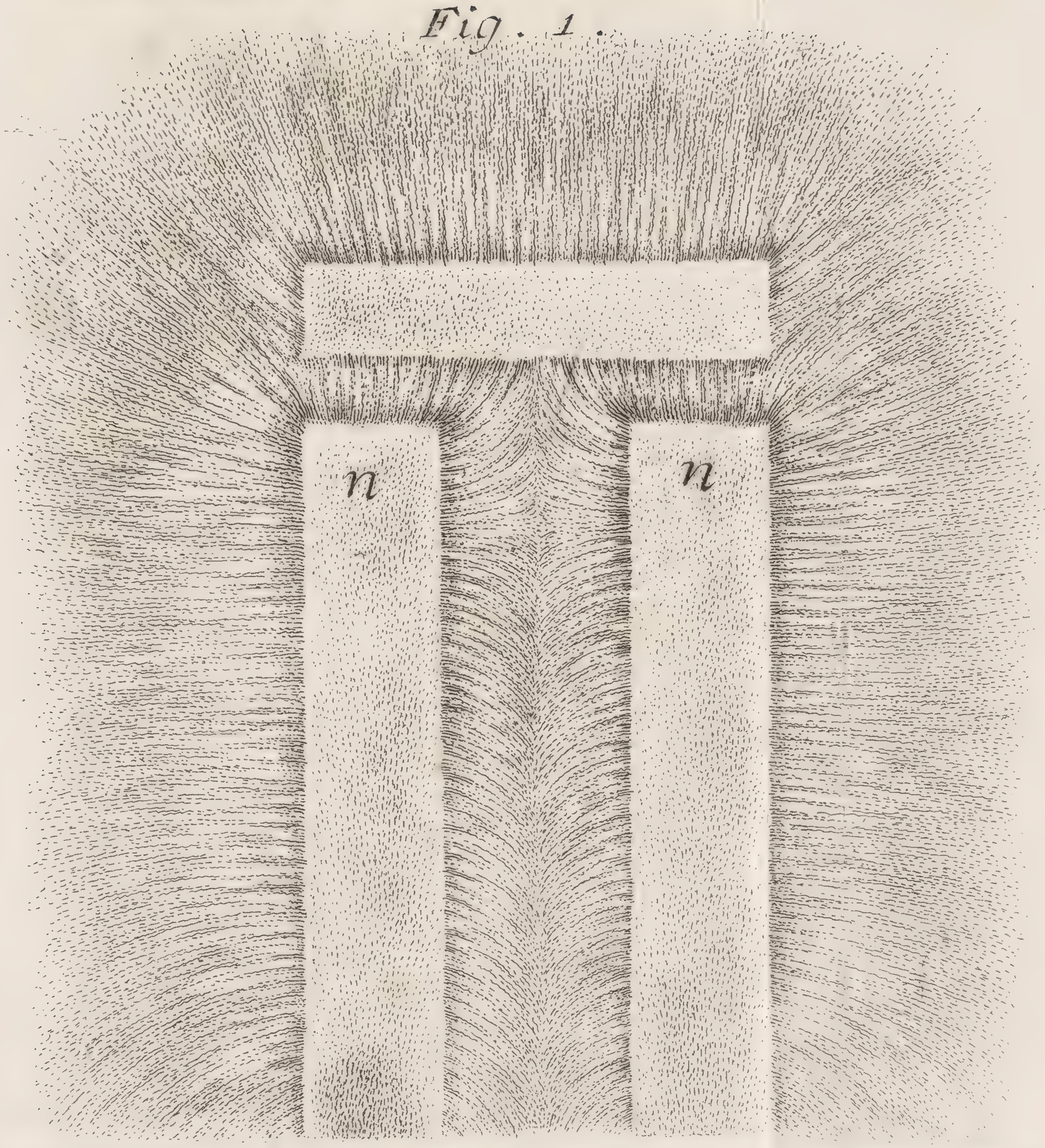


Fig. 2.

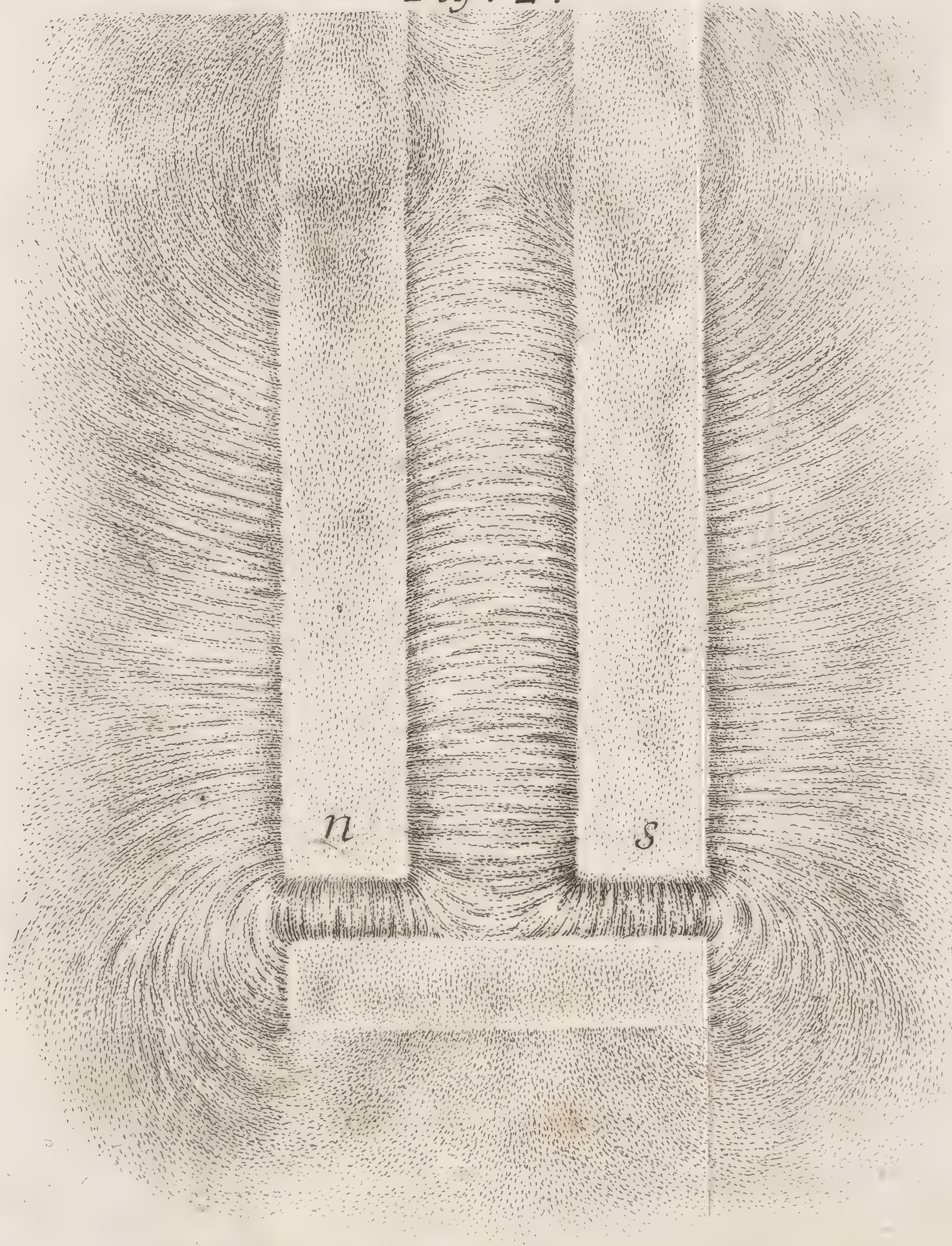


Fig. 3.

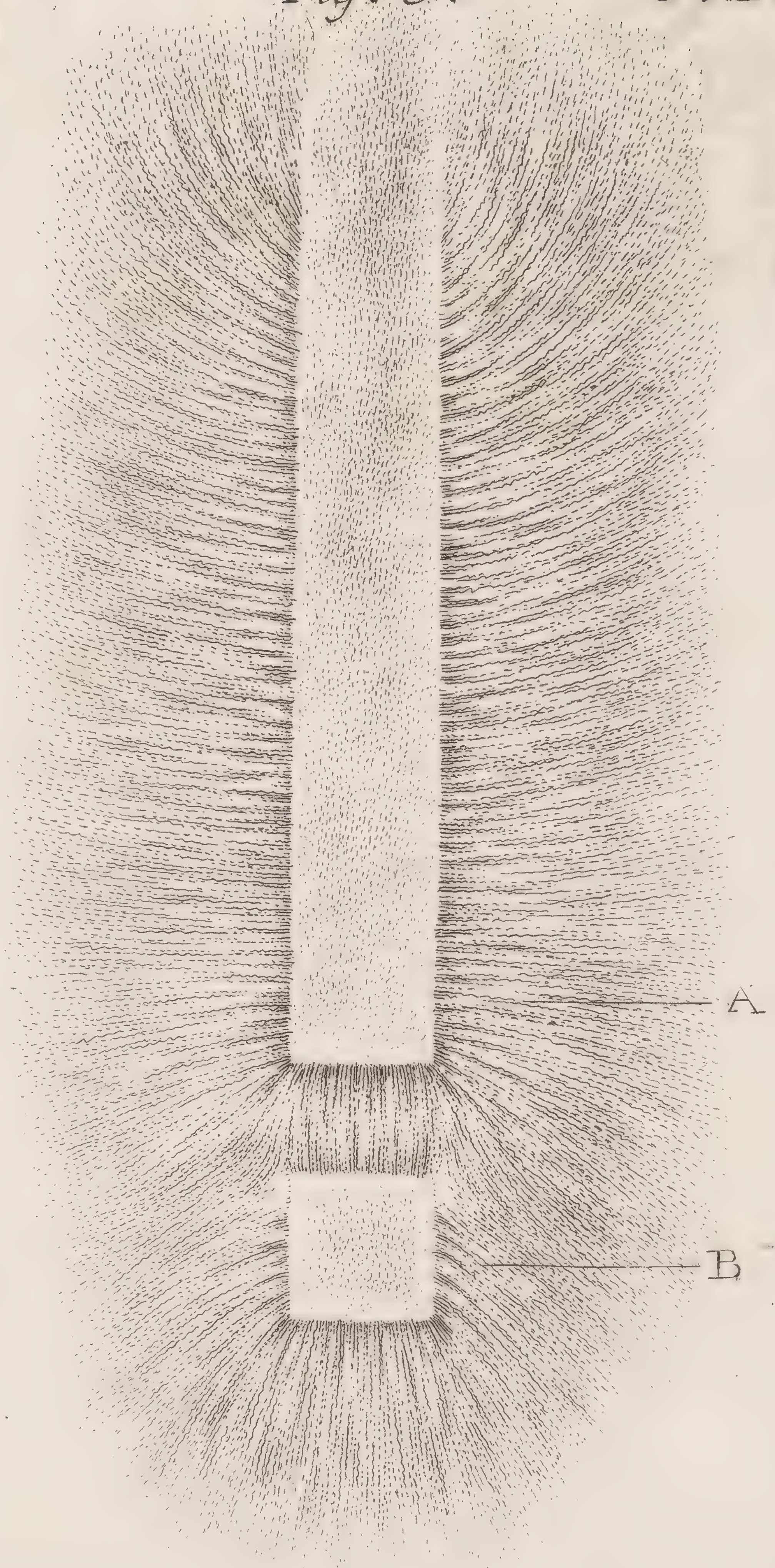
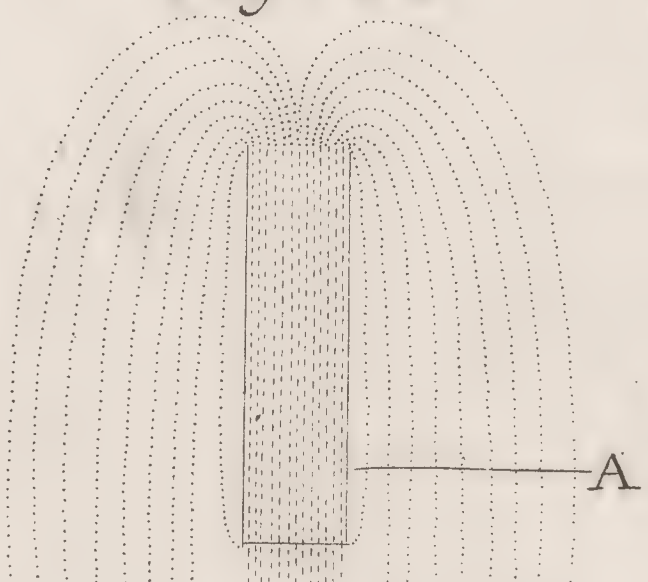
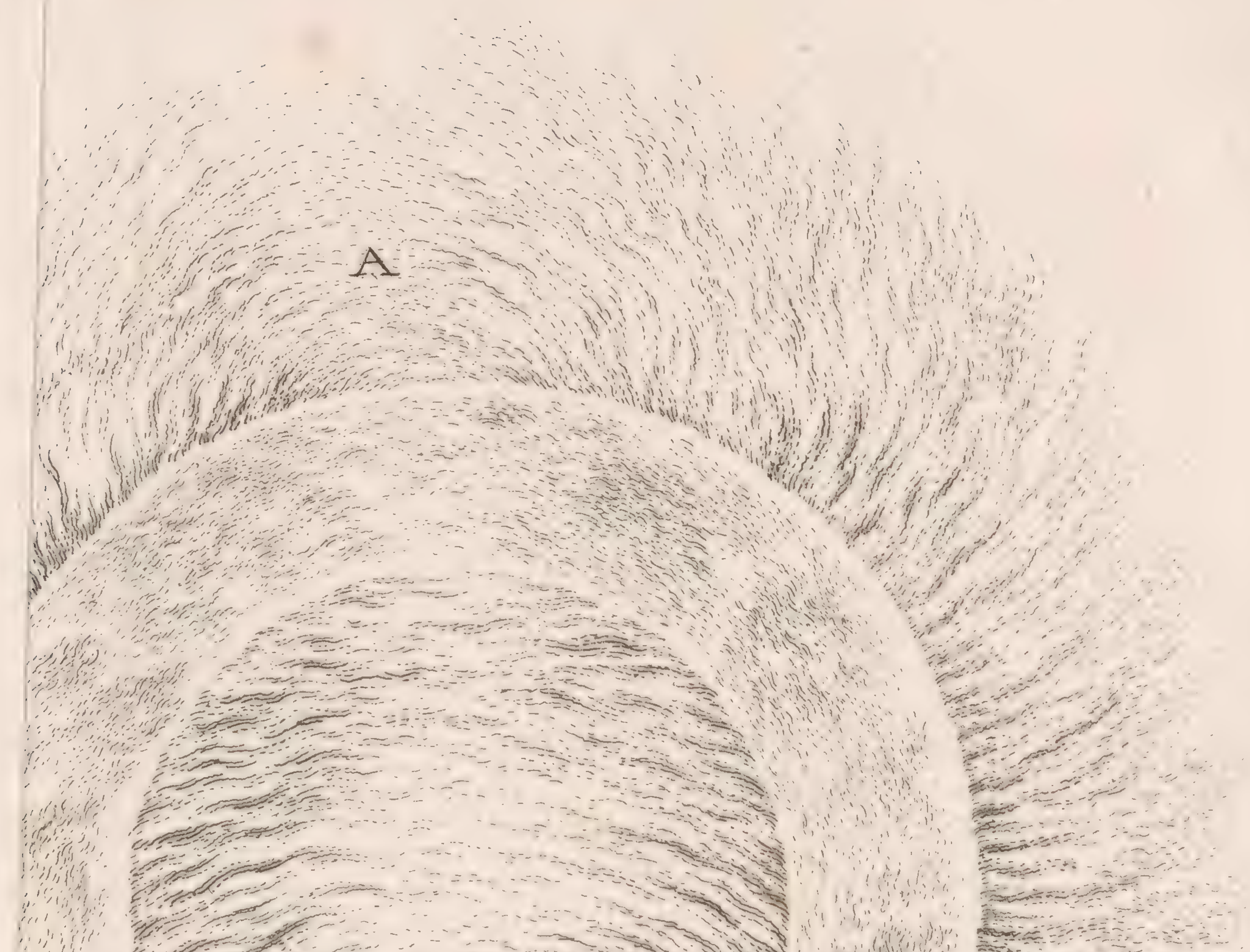


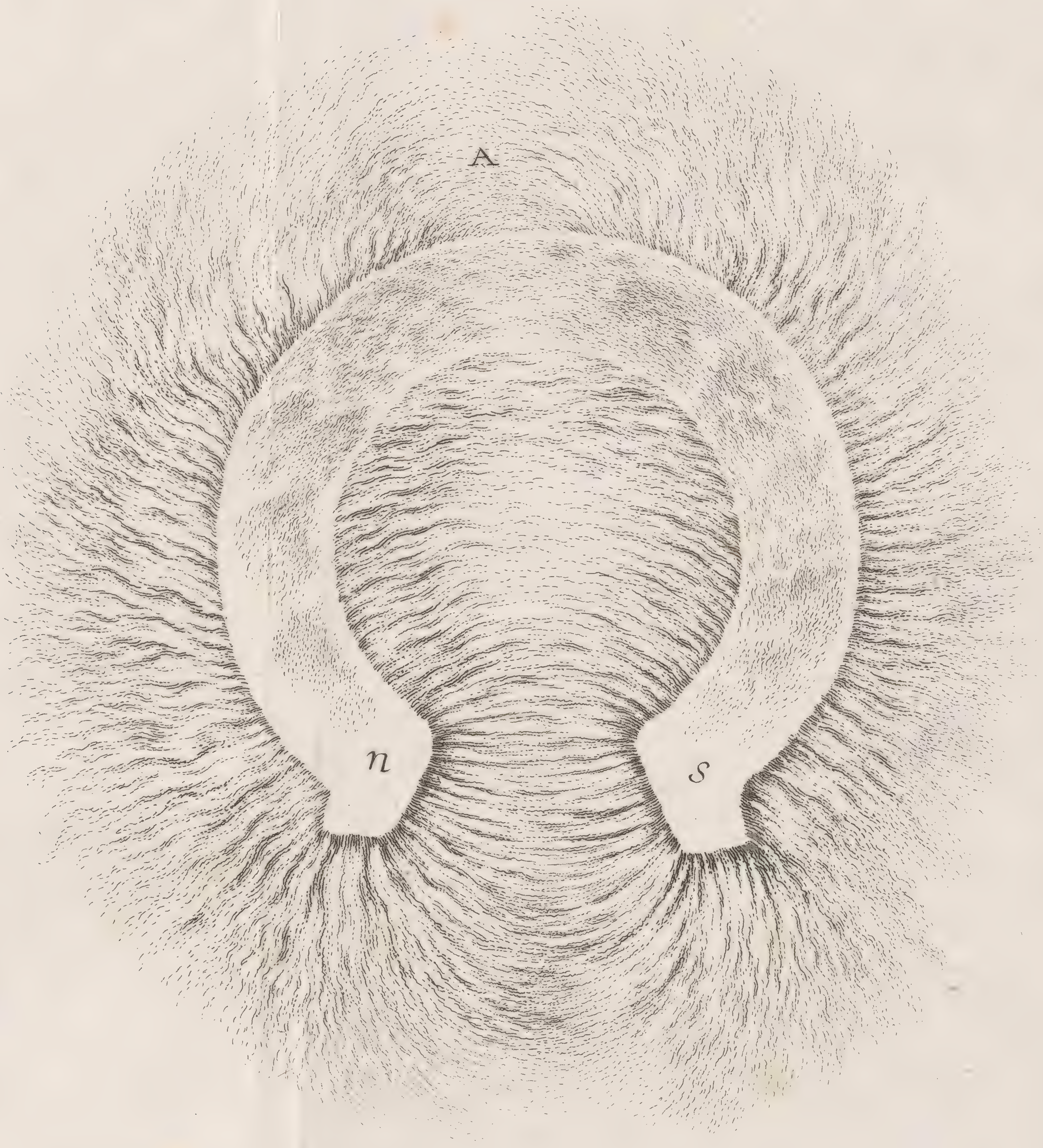
Fig. 4.



J. Striedbeck. del. et sc.



J. Striedbeck del. et sc.



J. Striedbeck del. et sc.

Pl. 12.

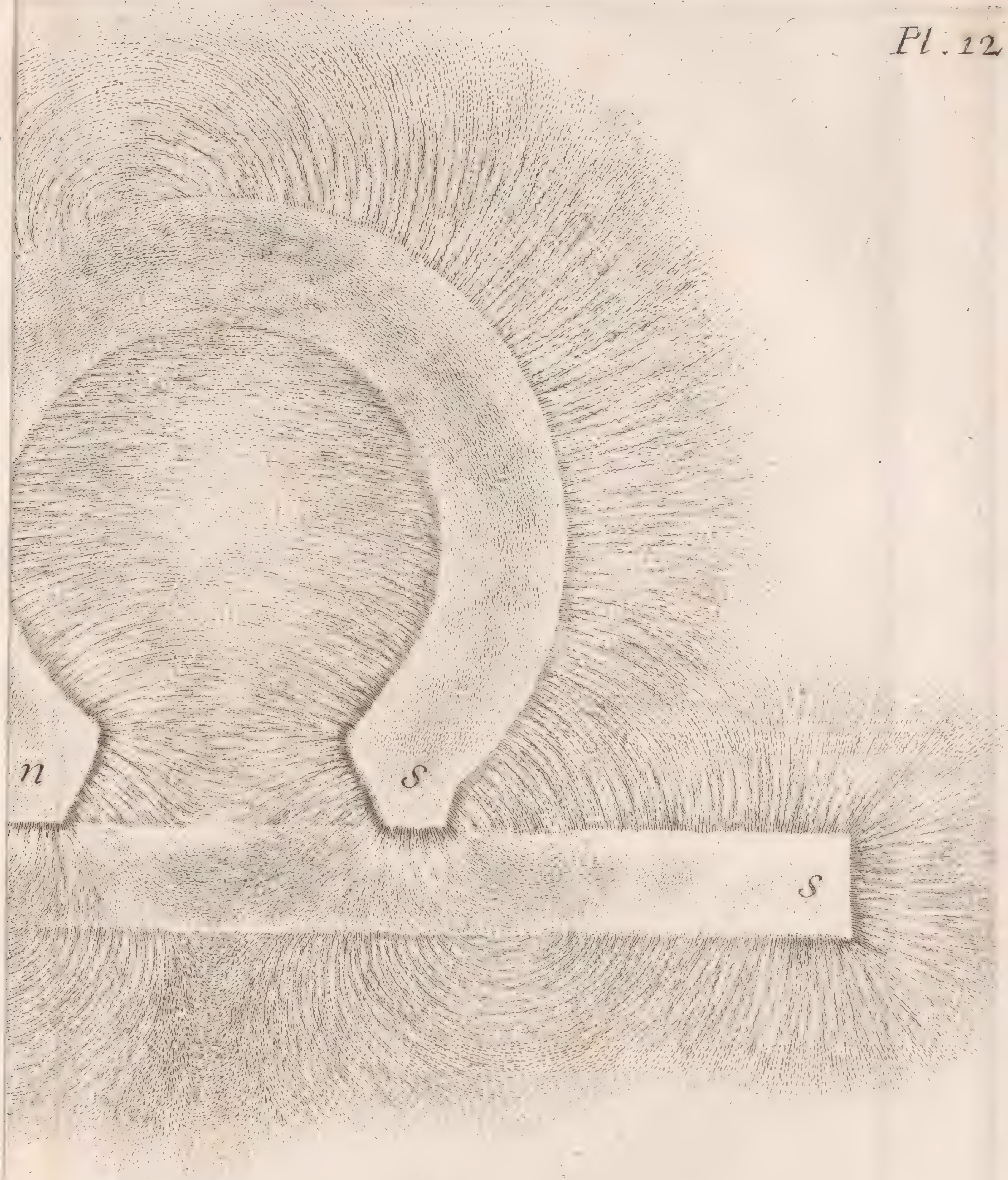


Fig. 2.

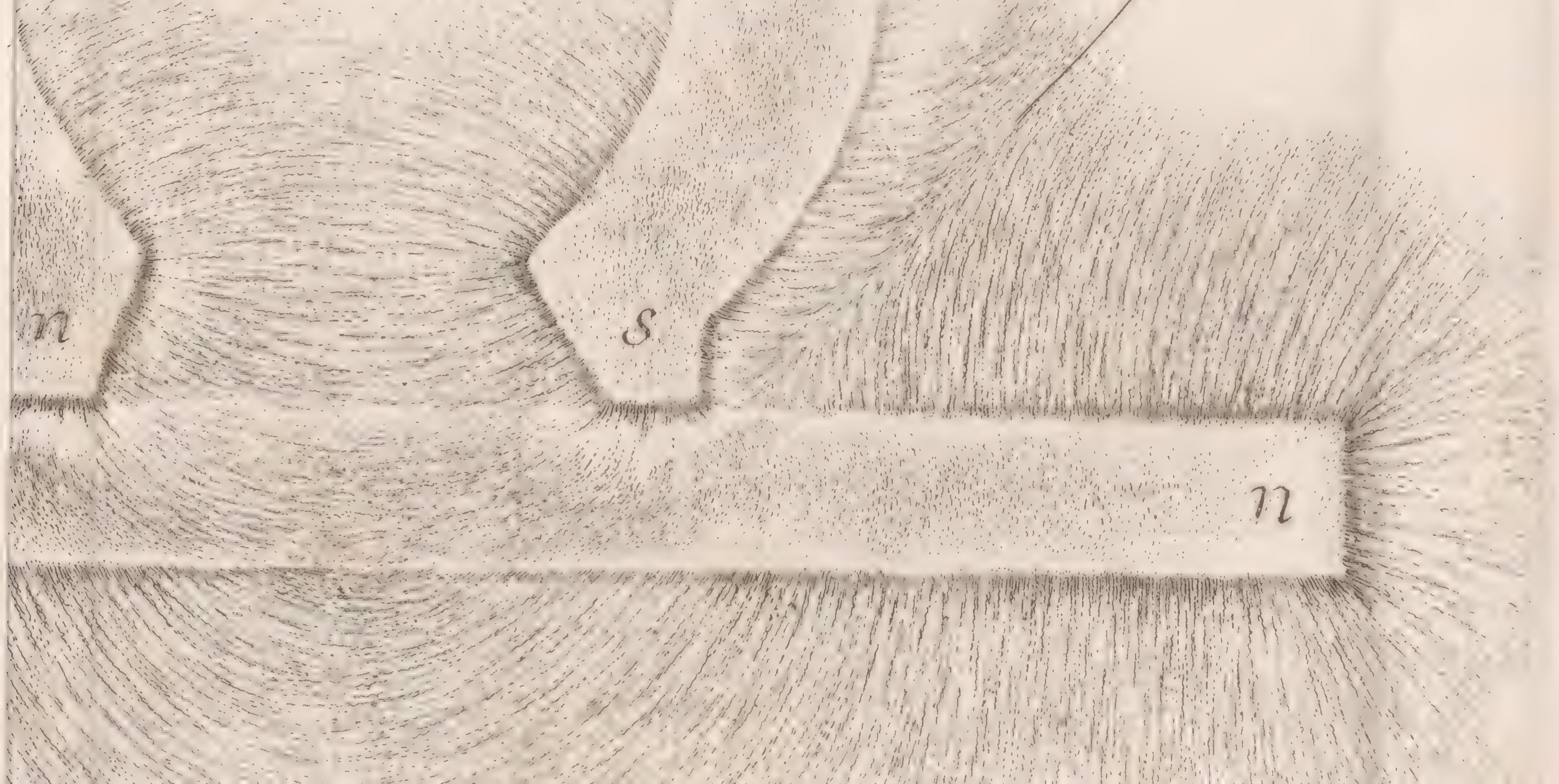


Fig. 1.

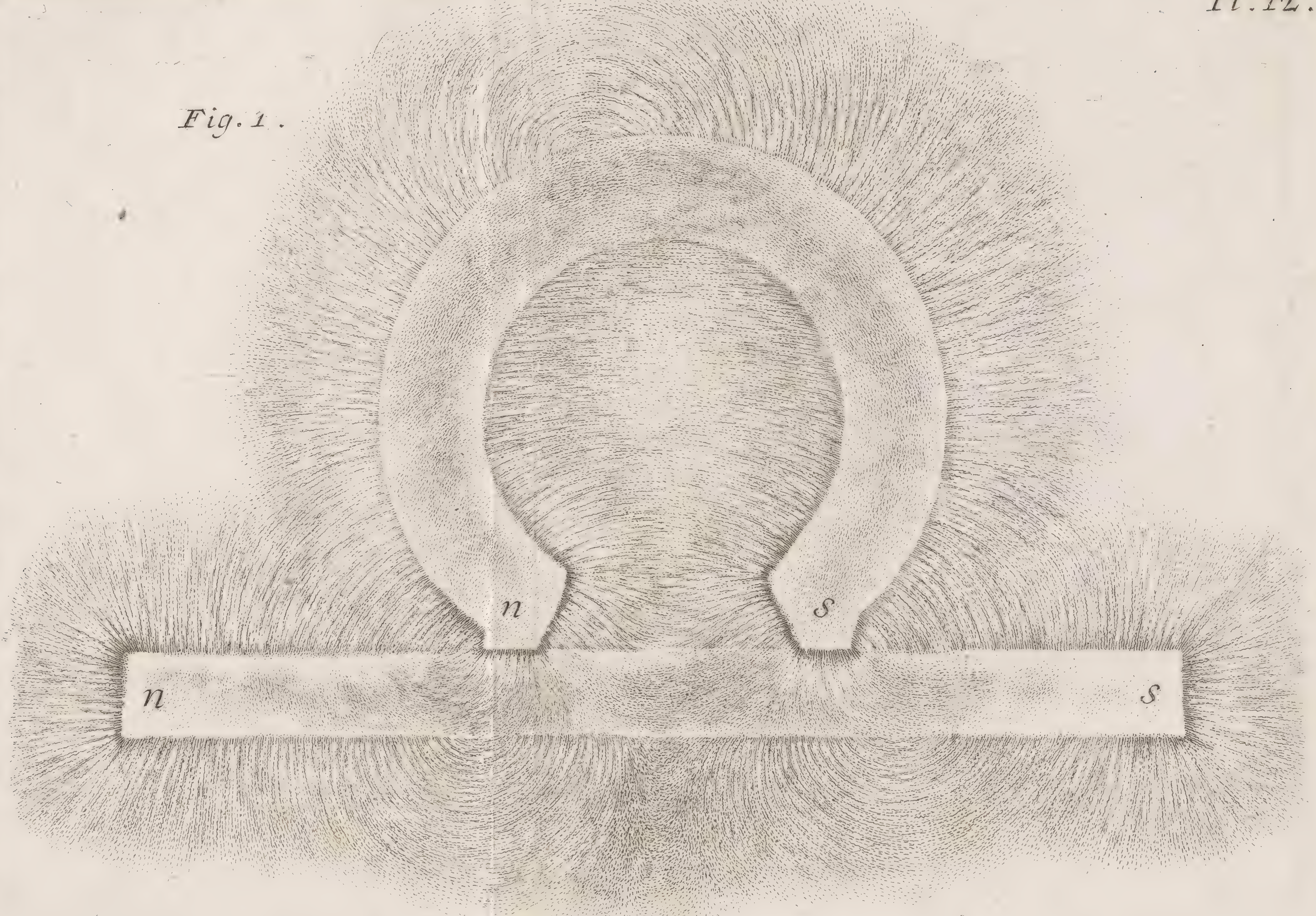
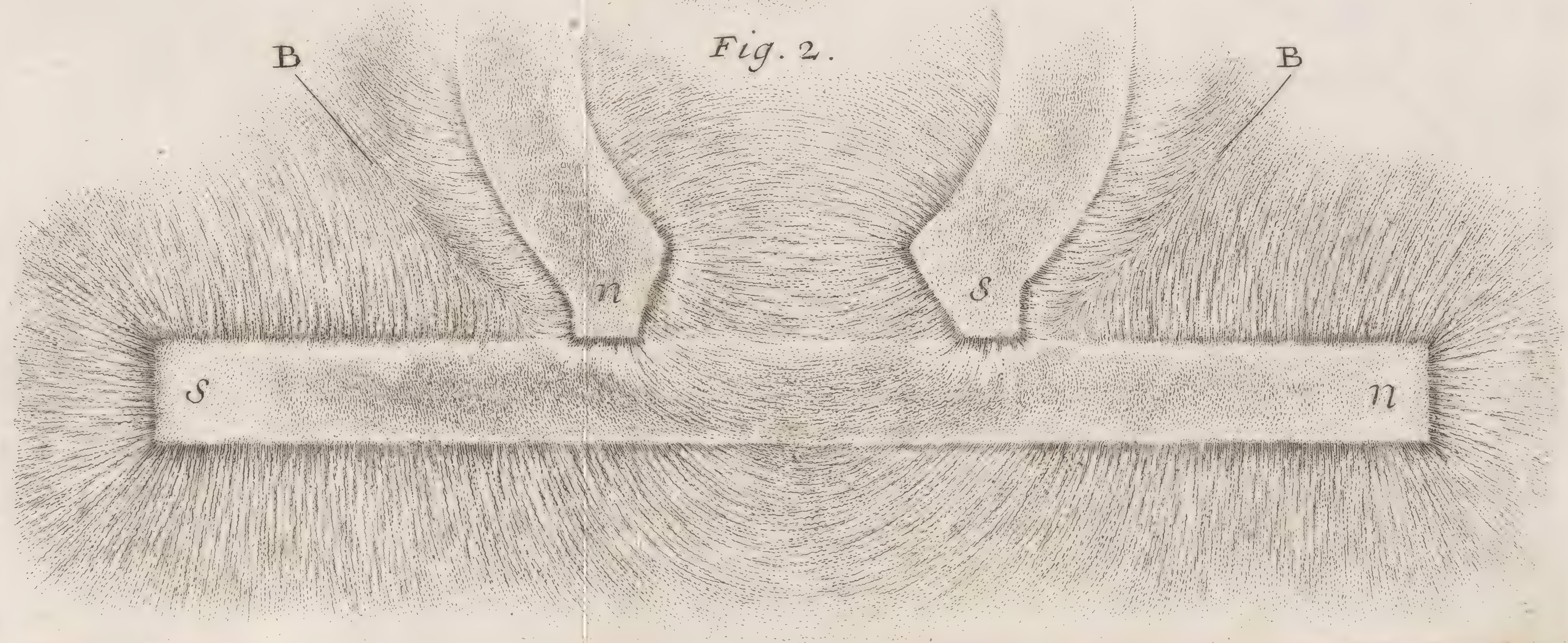
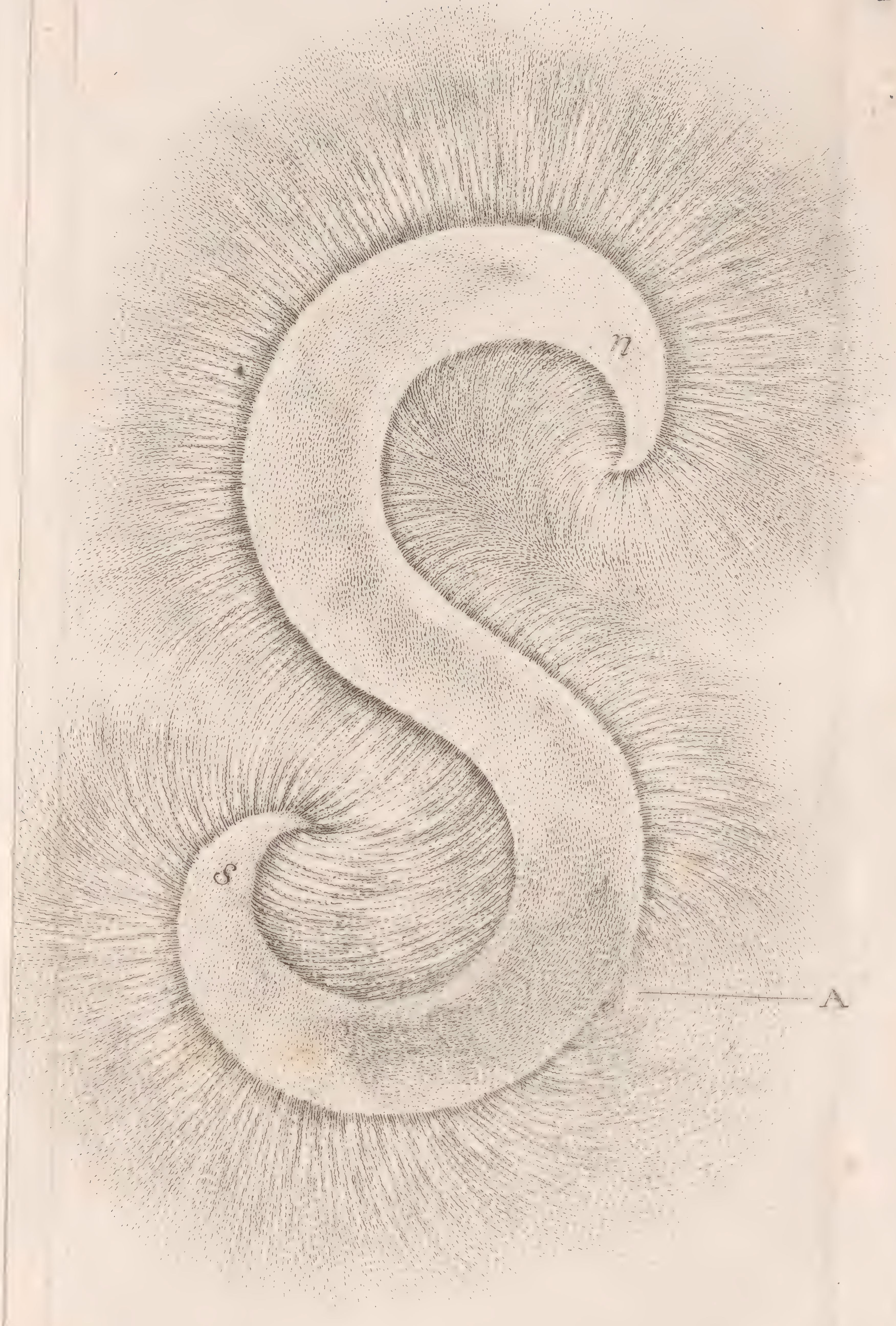


Fig. 2.

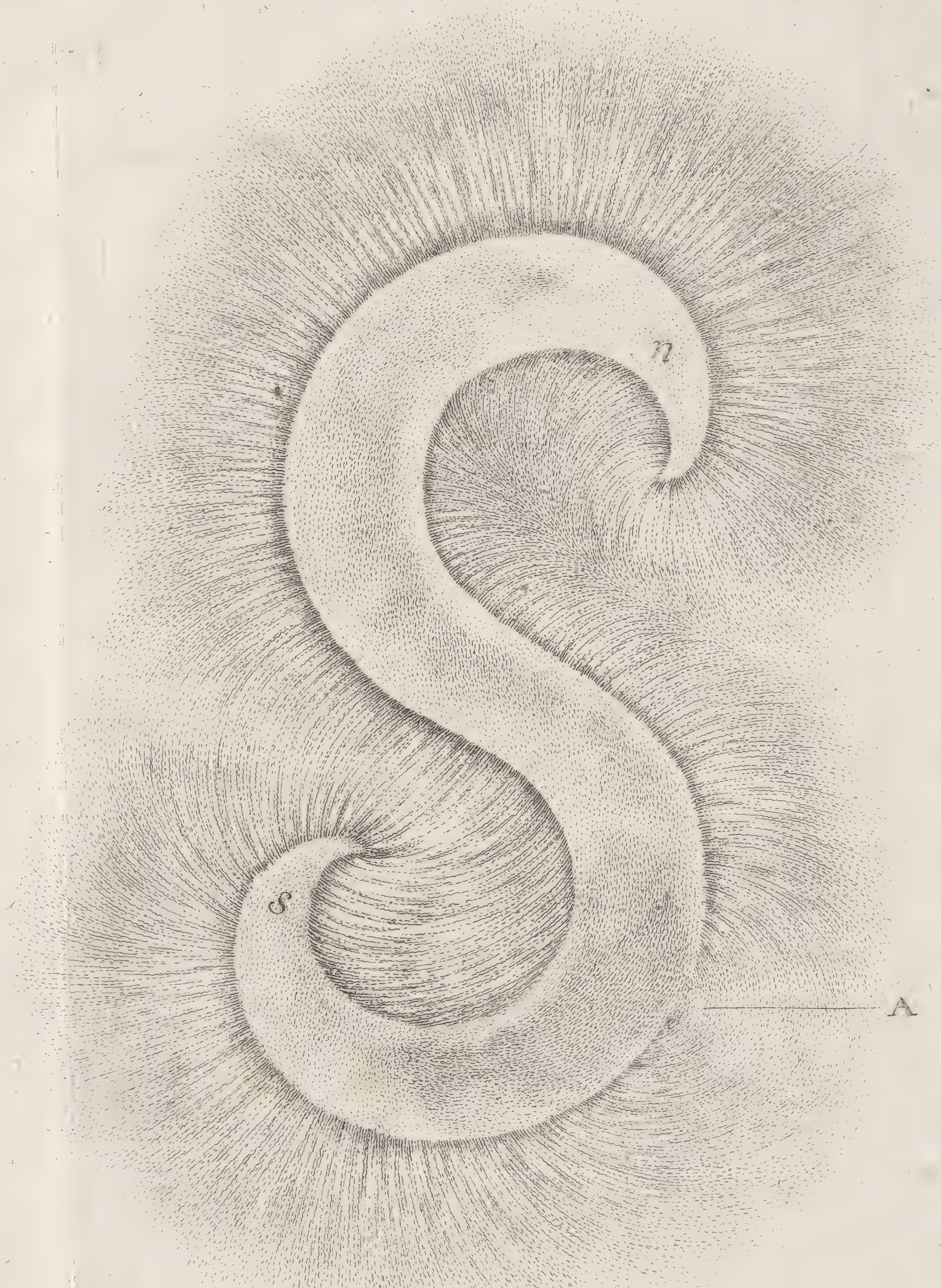


J. Striedbeck del. et



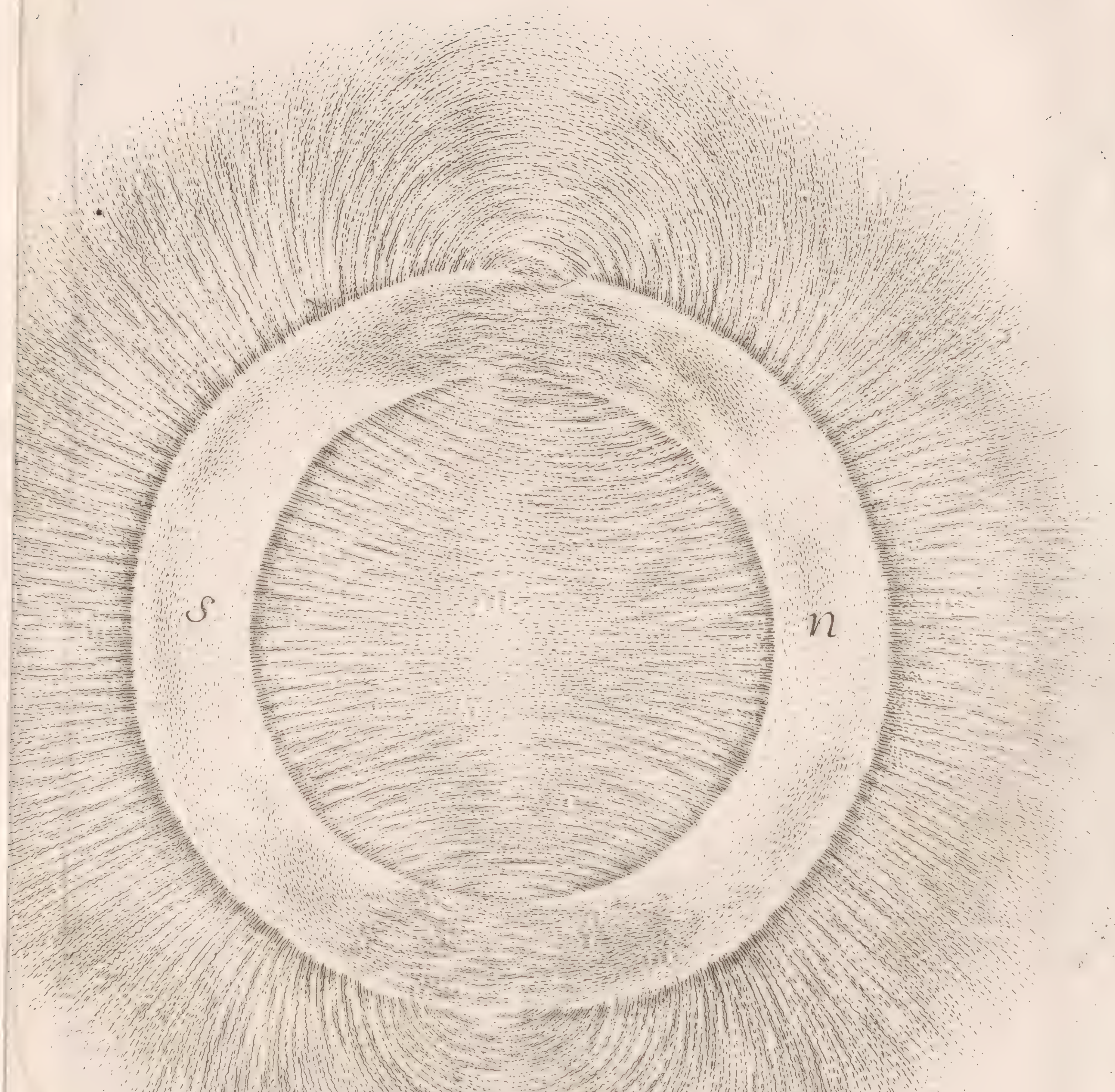
J. Striedbeck. del. et sc.

Pl. 13.



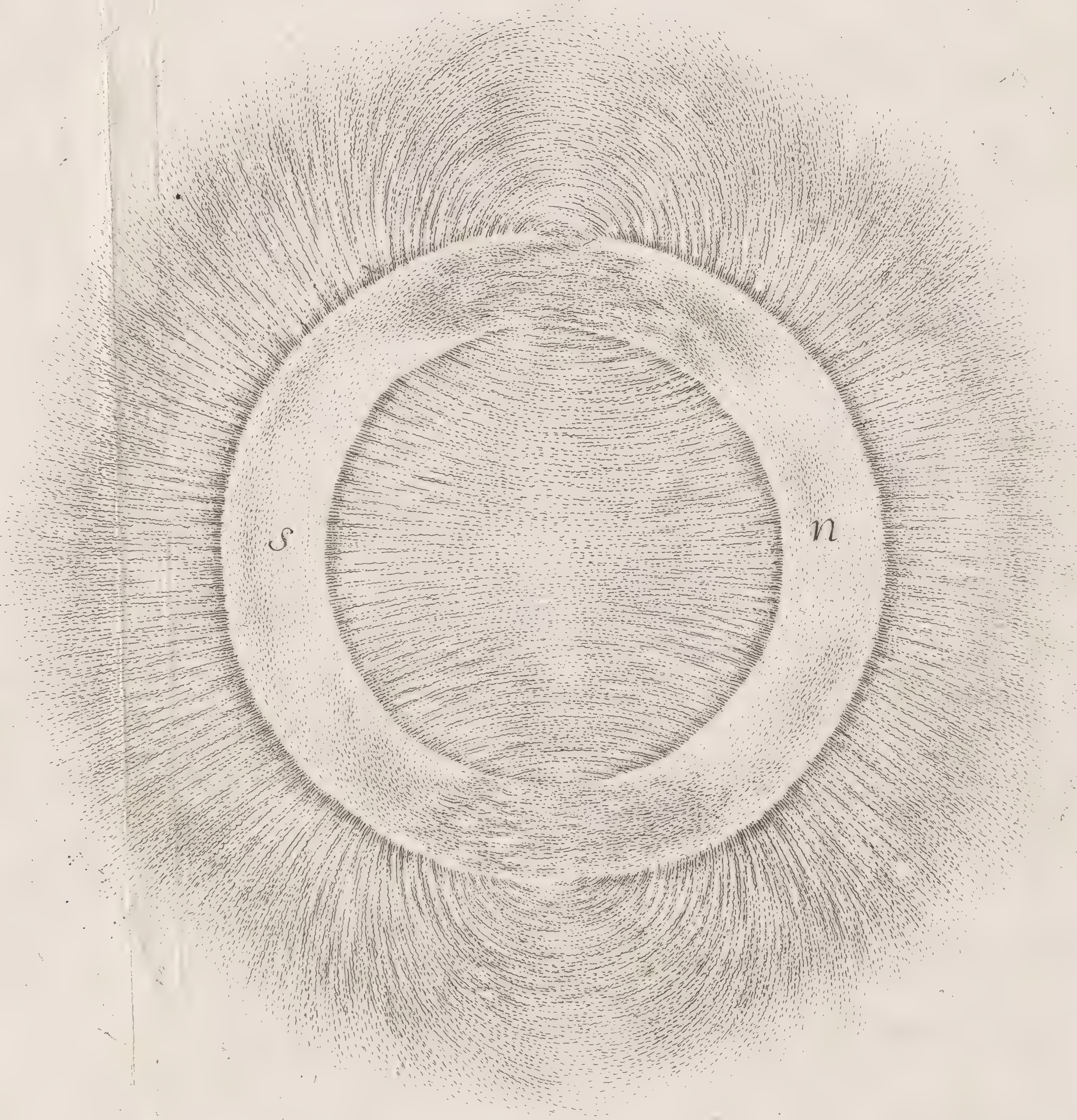
J. Striedbeck. del. et sc.

Pl. 14.

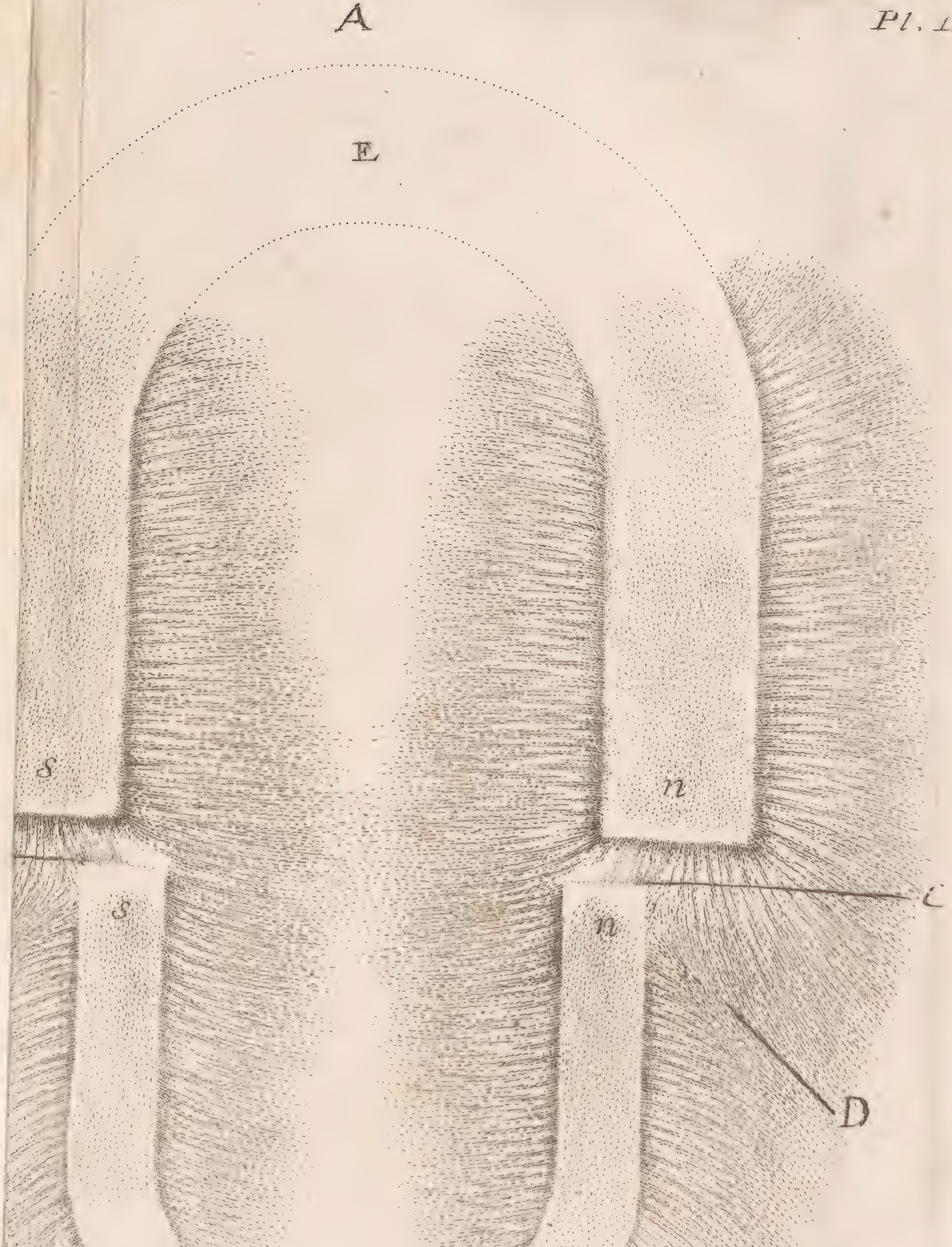


J. Striedbeck. del. et. sc.

Pl. 14.

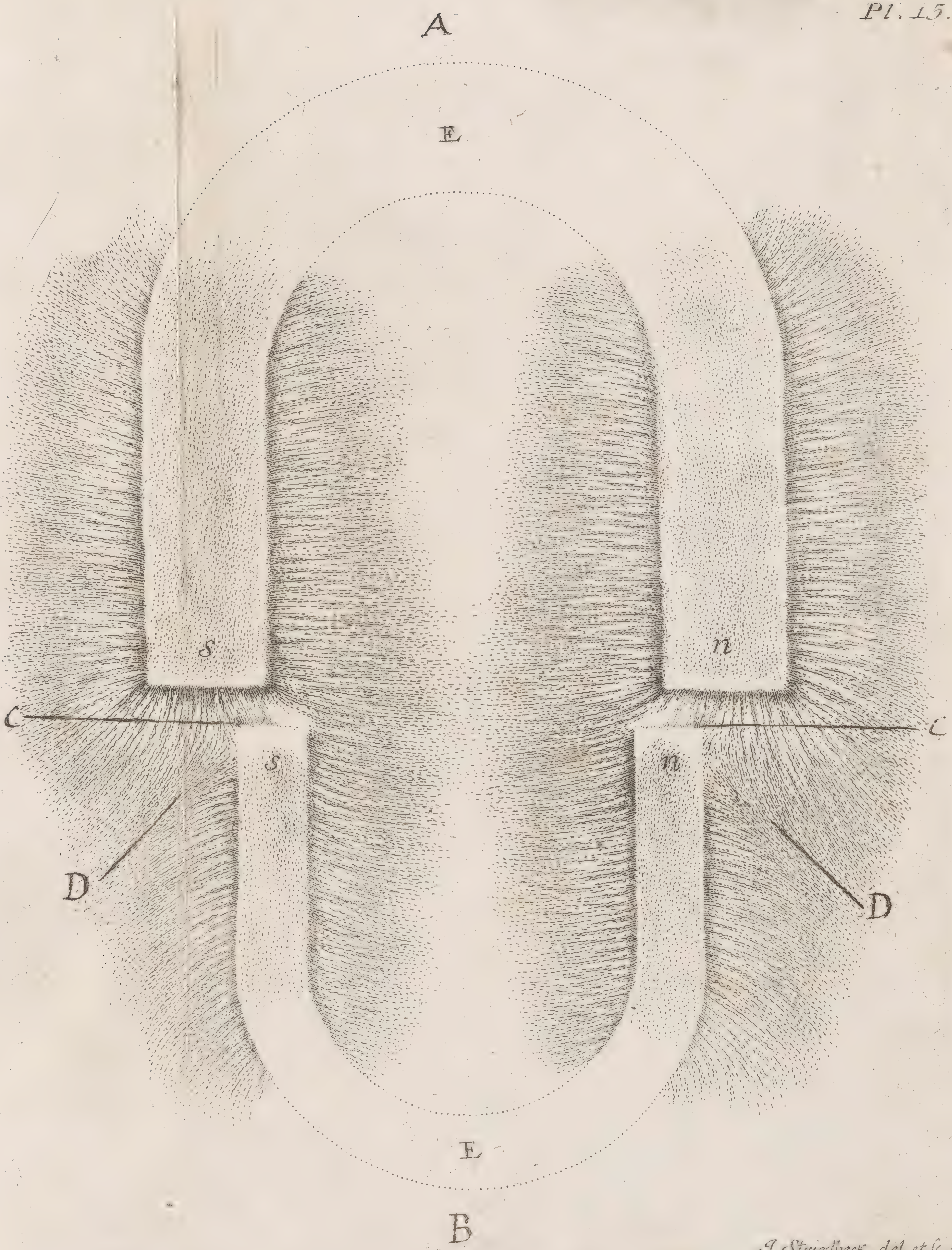


J. Striedbeck. del. et. sc.



J. Stwedbeek. del. et sc.

Pl. 15.



J. Striedbeck. del. et sc.

MEMOIRE

Sur la manière dont se forment les Glaçons qui flottent sur les grandes rivières, & sur les différences qu'on y remarque lorsqu'on les compare aux glaces des eaux en repos.

Par M. l'Abbé NOLLET.

QUAND on sçait en général pourquoi l'eau perd sa fluidité & se convertit en glace, quand on connoît les propriétés qui lui conviennent en cet état, on est porté à croire que le cas dont il s'agit ici n'a pas besoin d'une explication particulière: l'attouchement de l'air suffisamment refroidi fait geler un bassin, un étang, &c. Quelle différence doit-il y avoir pour une eau courante, si ce n'est que le mouvement doit retarder la congélation, & que la glace n'aura lieu que quand le froid sera devenu plus grand? 6 Février 1743.

Cette pensée se présente si naturellement que les Physiciens ont regardé avec raison comme un préjugé populaire l'opinion de ceux qui prétendent que la glace des rivières commence par le fond, & qu'elle s'en détache ensuite pour s'élever à la superficie de l'eau; & en effet, quelle apparence y a-t-il que la terre soit capable de refroidir & de glacer l'eau qui la couvre, si le froid ne vient à l'une & à l'autre que par l'atmosphère? Rien ne paroît moins d'accord avec les principes de la bonne Physique, & peut-être trouvera-t-on que j'ai eu tort de combattre sérieusement cette erreur; mais j'écris moins pour la combattre que pour en faire connoître les causes; & quoique parmi les personnes qui la soûtiennent, il s'en trouve qui méritent bien qu'on travaille à les détromper, je me serois sans doute abstenu de faire connoître la fausseté d'un fait qui paroît même impossible, si les preuves

que j'en ai ne m'avoient ſemblé mériter par elles-mêmes quelqu'attention.

En expliquant dans mes leçons de Phyſique, de quelle manière la glace ſe forme & ſe ſoûtient ſur l'eau, j'ai ſouvent été arrêté par des perſonnes qui n'étoient point de mon avis, & qui prétendoient être bien certaines que la glace qui ſurnage, vient du fond de la rivière. Chacun me citoit ſes propres obſervations & le témoignage unanime des gens à qui ces ſortes de remarques ne peuvent échapper, les meûniers, bateliers, pêcheurs, &c. De ſemblables citations & le récit de M. Plot déterminèrent en 1730 M. Hales à examiner la vérité de ce fait: on lit dans l'appendice qui eſt à la fin de ſa *Statique des Végétaux,* que deux années de ſuite il ſe tranſporta ſur la Tamiſe lorſqu'elle étoit gelée, qu'il en fit rompre la glace, & qu'il obſerva la rivière tant au fond qu'à la ſurface. Voici ſes propres paroles: « La ſuperficie de l'eau » étoit gelée d'un tiers de pouce d'épaiſſeur, à travers cette » glace j'en aperçus un autre lit au deſſous; je rompis la glace » du deſſus avec une rame, & ayant pêché de la glace du » deſſous, je vis qu'elle avoit près d'un demi-pouce d'épaiſſeur, » mais elle avoit plus de cavités, & elle étoit plus ſpongieuſe » & moins ſolide que la première. M. Hales ajoûte: cette » glace du deſſous ſe joignoit à celle de deſſus au bord de l'eau, » & ces deux lits de glace s'éloignoient l'un de l'autre à meſure » que l'eau étoit plus profonde; & réellement le ſecond lit » ſuivoit la profondeur de la rivière, car il étoit adhérent au » fond, & même mêlé de ſable & de pierres que les glaçons emmenoient quelquefois avec eux. »

On ne peut rien dire de plus poſitif en faveur de l'opinion vulgaire, c'eſt le témoignage d'un habile Phyſicien, & qui prononce d'après des ſignes qui n'ont pas l'air équivoque. Cependant tout déciſifs qu'ils paroiſſent, s'il étoit vrai que M. Hales n'eût jugé la glace adhérente au fond, que parce qu'elle étoit ſale en revenant à la ſuperficie de la rivière, on verra par la ſuite de ce Mémoire que ſon jugement ne ſeroit pas auſſi bien appuyé qu'on le pourroit croire. Pour diſſiper

ce soupçon, ou plûtôt pour le prévenir, je voudrois que M. Hales eût dit positivement qu'il avoit fait sonder devant lui le fond de la rivière, à quelque distance du rivage, & qu'il y avoit trouvé de la glace attachée en plusieurs endroits. En faudroit-il moins pour donner du poids à une opinion qui paroît aussi peu recevable? Mais en lisant l'endroit que j'ai cité ci-dessus, on voit que les observations qui y sont rapportées ont été faites dans un endroit de la rivière qui sert d'abreuvoir, & qui a par conséquent fort peu de profondeur sur les bords; que la glace n'avoit qu'un tiers de pouce d'épaisseur, ce qui n'a pas dû permettre à l'observateur de s'en servir pour s'avancer plus avant; & le témoignage des pêcheurs y est si souvent employé, qu'on pourroit craindre que M. Hales n'y ait mis un peu trop facilement sa confiance. Quoi qu'il en soit, je vais rapporter ce que j'ai fait & ce que j'ai vû, afin que l'on sçache ce qui peut en avoir imposé à ceux qui croyent avoir des preuves de la congélation de l'eau au fond des rivières.

Cet hiver pendant que la Seine étoit prise par la gelée, le thermomètre de M. de Reaumur étant 10 degrés au dessous du terme de la congélation, je fis couper la glace à 3 ou 4 pieds du bord, & j'en fis détacher un morceau qui avoit environ un pied en quarré, & qui se trouva épais de 8 pouces: quand il fut enlevé, je remarquai que le dessous n'étoit point uni comme il l'est ordinairement à la glace qui se forme d'une eau dormante; il n'étoit pas non plus consistant comme le reste, mais fort inégal & comme spongieux, ayant toutes les apparences d'une couche de glace broyée & réduite en grumeleaux, qui se seroit attachée sous une glace plus solide; j'aperçus toûjours la même chose à tous les endroits de la rivière où je fis détacher des morceaux de glace: je remarquai aussi qu'au fond des trous que j'avois faits à la glace pour avoir les morceaux dont je viens de parler, au lieu de voir l'eau claire, comme il arrive d'ordinaire lorsqu'on fait un trou à la glace d'un bassin ou de quelque vaisseau, on n'apercevoit qu'une glace mal prise, pelotonnée par petites

parties, & tout-à-fait ſemblable à celle que j'avois vûe ſous le glaçon détaché; j'en fis tirer une certaine quantité, & quelque ſoin que je priſſe pour mettre l'eau à clair, je ne pus jamais y parvenir, cette eſpèce de glace ſe renouvella continuellement à la ſurface; & les ouvriers que j'employois, pénétrant mon deſſein, m'aſſurèrent ſur l'expérience qu'ils en avoient, que je faiſois de vains efforts. Je fus obligé de les en croire pour le fait, mais je ne me rendis pas de même aux raiſons qu'ils m'en donnèrent. « Cette glace que nous » tirons par ce trou, me dirent-ils, eſt le *bouzin* qui s'eſt formé » pendant la nuit au fond de la rivière, & que le ſoleil attire » pendant le jour à la ſuperficie: vous pouvez remarquer, » ajoûtèrent-ils, que preſque tous les morceaux que nous en- » levons, ſont ſales, pleins de terre, & contiennent quelquefois des brins d'herbe. »

De tout ce que je venois d'entendre, il n'y eut qu'une choſe qui me parut digne d'attention, c'eſt la ſaleté du bouzin que je trouvai réelle & que j'attribuai d'abord à la proximité du rivage & au peu de profondeur de la rivière dans les endroits où j'avois fait ouvrir la glace; cette raiſon avoit de la vrai-ſemblance, mais elle la perdit bien-tôt par une épreuve qui me paroiſſoit devoir la confirmer. Je fis ouvrir la glace dans des endroits où la rivière avoit 9 ou 10 pieds de profondeur, & quand le glaçon fut enlevé, je vis, contre mon attente, que le bouzin reſſembloit très-ſouvent à celui que j'avois obſervé plus près du rivage, qu'il contenoit auſſi des ſaletés, & que la ſurface de l'eau en étoit toûjours couverte, quelque ſoin qu'on prît pour l'en ôter.

Je ne pouvois donc plus regarder ce bouzin comme une glace qui ſe forme près d'un fond ſablonneux & remué par l'agitation de l'eau. Mais devois-je croire contre tout principe, que la glace qui paroît à la ſurface d'une rivière ne s'épaiſſit que par addition de parties gelées au fond de l'eau? Si la congélation des rivières ne ſe fait pas comme celle des étangs & des baſſins, les différences qu'on y peut remarquer, peuvent-elles avoir d'autres cauſes que le mouvement de l'eau,

& ce mouvement pourroit-il faire que le froid attaquât le fond avant la ſuperficie? M. Hales* pour expliquer ce phénomène qu'il regarde comme certain, prétend que le fond peut acquerir aſſez de froid pour glacer l'eau qui y coule toûjours plus lentement qu'ailleurs; mais j'ai d'autant plus de peine à me rendre à cette ſuppoſition, qu'ayant pluſieurs fois & en différentes années plongé des thermomètres à toutes ſortes de profondeur dans la rivière lorſque la glace de la ſurface avoit acquis 2, 3, 6, & juſqu'à 8 pouces d'épaiſſeur, je n'ai jamais trouvé l'eau au degré de froid qu'il lui faut pour ſe convertir en glace. A la vérité elle en approche quelquefois de fort près, mais ce n'eſt qu'après pluſieurs jours d'une forte gelée, & non pas lorſque la glace de la ſuperficie n'a encore que trois quarts de pouce d'épaiſſeur: en un mot il m'a toûjours paru que l'eau actuellement fluide n'avoit jamais le froid de la glace; comment donc pourroit-elle le tranſmettre au fond ſur lequel elle coule?

** Statique des Végétaux, dans l'appendice, p. 398.*

Deſcription du Ventilateur, page 104.

Mais quoique ces raiſons m'empêchent de croire avec M. Hales que les rivières ſe gèlent au fond, il n'en eſt pas moins vrai qu'on trouve ordinairement ſous la glace ſolide de leur ſurface cette autre ſorte de glace ſpongieuſe dont j'ai fait mention, qu'elle eſt ſouvent terreuſe & pleine de ſable, & que ces marques s'y rencontrent non ſeulement lorſqu'on la tire fort près du rivage, mais auſſi dans les endroits où la rivière a 9 ou 10 pieds de profondeur. Tâchons-donc de faire voir que ces faits, quoique bien obſervez, n'ont pas été interprétez comme ils devoient l'être, & qu'on peut les concilier avec les effets ordinaires de la gelée & avec les idées qu'on en a en Phyſique.

La difficulté d'épuiſer le bouzin par les trous qu'on avoit faits à la glace, me porta à croire qu'il ſuivoit le courant de l'eau juſqu'à ce que quelque circonſtance le déterminât à ſe fixer ſous les glaçons ſolides; ſi cela étoit, il ne devoit s'en trouver qu'à la ſuperficie de l'eau, & ſi l'on interpoſoit quelqu'obſtacle qui l'empêchât de ſuivre le fil du courant, il n'en devoit plus paroître à l'endroit qui ſeroit immédiatement

au deſſous; une large pelle de bois que je fis plonger perpendiculairement m'en fit voir aſſez pour me donner bonne opinion de ma conjecture; mais comme ce qui paſſoit par les côtés ne me permettoit pas de mettre la ſuperficie de l'eau entièrement à clair, je fis venir un tonneau dont on ôta les deux fonds, je fis faire dans la glace un trou de grandeur convenable, & je le fis deſcendre dans l'eau juſqu'aux trois quarts de ſa longueur, je formai de cette manière une eſpèce de puits dont j'épuiſai le bouzin en très-peu de temps, & je demeurai convaincu que cette ſorte de glace obéit au courant & ne ſe fixe point pour l'ordinaire à l'endroit où la gelée l'a fait naître.

A cette expérience on peut joindre l'obſervation dont je vais rendre compte, & qui ſuffiroit ſeule, à mon avis, pour diſſuader ceux qui penſent que la glace vient du fond de l'eau. S'il étoit vrai qu'elle en vînt, les ſaletés qu'on y remarque ne devroient-elles pas tenir du fond ſur lequel on prétend qu'elle a été formée, & au deſſus duquel elle répond quand elle s'eſt élevée? J'ai obſervé cependant tout le contraire, le plus ſouvent le bouzin m'a paru jaune ou rempli de ſable, tandis que le fond de la rivière, que je faiſois ſonder, n'étoit que de la vaſe à des diſtances aſſez conſidérables. Cette glace dont il s'agit, eſt donc venue de plus haut, & cela poſé, il n'eſt pas difficile d'expliquer pourquoi elle eſt ſale, terreuſe, quelquefois remplie d'herbes & de pailles, quoiqu'elle n'ait point été formée ſur la terre; il ſuffit (& c'eſt une ſuppoſition qu'on n'aura pas de peine à admettre) qu'elle ait traîné contre le fond aux endroits où la rivière eſt baſſe, & que les petits grumeleaux qui la compoſent, ayent été ſalis avant que de s'unir.

On voit donc par ce que je viens de rapporter, que l'opinion vulgaire ſur la prétendue formation de la glace au fond des rivières a quelqu'apparence de raiſon, mais on voit auſſi que ces apparences n'ont rien de réel quand on les examine avec ſoin. Il reſte maintenant à ſçavoir pourquoi ces apparences trompeuſes, ces aſſemblages de petits grumeleaux

glacez,

glacez, que nous avons nommé *bouzin*, & qui enduiſent le deſſous des glaçons ſolides, ne ſe trouvent que dans les eaux qui ont un courant; car c'eſt un fait conſtant que cette eſpèce de glace ne ſe trouve point dans les eaux dormantes. Comment donc ſe forme-t-elle, & qu'eſt-ce qui la détermine à occuper les places qu'elle a coûtume d'affecter?

La glace, comme l'on ſçait, eſt de l'eau qui a perdu ſa fluidité, c'eſt-à-dire, que ſes parties ou molécules ſont fixées dans de certaines poſitions relativement les unes aux autres, & qu'elles s'y tiennent à la façon des corps ſolides; la cauſe de cette fixation, c'eſt le froid; mais le froid opère cet effet avec plus ou moins de promptitude, ſelon qu'il agit ſur des parties qui ont plus ou moins de mouvement, c'eſt pourquoi les mares, les baſſins, les étangs ſont ordinairement pris avant les rivières, & celles-ci commencent toûjours à prendre par les bords, parce que l'eau y eſt moins agitée.

Le mouvement qui retarde ou qui empêche les effets de la gelée, n'eſt pas celui que les parties de l'eau ont en commun, mais plûtôt celui qu'elles ont chacune en particulier. Si le milieu de la rivière, ce que l'on nomme communément *le courant*, ne ſe glace pas comme les bords, ce n'eſt pas préciſément parce que l'eau coule en cet endroit, ce n'eſt pas même parce qu'elle y coule plus vîte qu'ailleurs, mais parce qu'elle coule par ondes, & que toutes ſes parties n'ont point une vîteſſe égale; car s'il étoit poſſible que dans leur mouvement commun elles gardaſſent entr'elles les mêmes poſitions reſpectives, je ne vois pas ce qui empêcheroit alors que le froid ne les figeât & ne les convertît en glace.

Non ſeulement cela devroit être, mais il y a toute apparence que cela eſt en effet, & je crois être en état de prouver que les glaçons que l'on voit flotter quand la rivière charie, ont été formez pour la plûpart, d'une eau qui n'a point ceſſé de ſe mouvoir; car je ne crois pas qu'on doive les regarder, au moins pour la plus grande partie, comme des fragmens détachez des bords, ou qui viennent des petites rivières où l'on a pris ſoin de rompre les glaces, comme l'ont penſé

quelques Physiciens. Cette pensée ne peut se soûtenir quand on fait attention que l'augmentation du froid qui rend la glace des bords plus solide, & par conséquent moins propre à se briser, multiplie toûjours celle qui suit le fil de l'eau, à moins qu'il ne parvienne à un certain degré d'âpreté qui a un effet tout contraire, comme je le dirai dans la suite de ce Mémoire. Les glaçons flottans sont autant & plus nombreux le matin que le soir; est-il vrai-semblable qu'on ait travaillé à les détacher pendant la nuit? ou s'ils viennent d'assez loin pour être partis du jour précédent, comment le plus grand nombre n'a-t-il pas été arrêté en chemin par la glace des bords & par mille autres obstacles qui se rencontrent sur une rivière à moitié prise? D'ailleurs, s'ils ont été détachez à force de bras, quel travail ne faut-il pas supposer pour en produire une aussi grande quantité, & d'où sçait-on que les gens de la campagne agissent ainsi de concert pour dégager les rivières? Enfin, pour peu que l'on compare ces glaçons avec ceux qui tiennent au rivage, quelles différences n'y trouve-t-on pas? Ces derniers sont presque toûjours plus unis, plus épais, plus durs & plus transparens; les premiers ne sont donc pas de la même étoffe, & voici comme on peut concevoir qu'ils ont été formez.

Quand on jette les yeux sur une grande rivière, sur-tout dans la campagne & par un temps calme, on remarque quantité d'endroits où la superficie de l'eau coule d'une manière sensiblement uniforme, où les parties par conséquent n'ont qu'une vîtesse commune & sont comme en repos respectivement les unes aux autres: qu'un tel mouvement se soûtienne quelques instans pendant un froid âpre, il se forme un glaçon qui a plus ou moins d'étendue selon celle où se borne l'uniformité du mouvement que nous supposons, cette égalité de vîtesse qui sûrement n'est jamais exacte à la rigueur, mais qui le plus souvent suffit pour donner prise à la gelée. Si ce premier glaçon tendre & mince flotte quelque temps sur une eau qui continue de couler de cette manière, bien loin de se rompre, il se durcit davantage & augmente en épaisseur,

parce que le degré de froid qu'il a, croissant de plus en plus, ses parties se condensent, & il devient lui-même capable de geler l'eau qui le touche immédiatement; & quand bien même il passeroit ensuite par des endroits où le courant est ondé, ou qu'il iroit heurter contre d'autres glaces, sa dureté & ses dimensions peuvent être telles qu'il résiste au choc & aux secousses; ou bien s'il se rompt, les morceaux demeurent encore assez grands pour en composer un autre par leur union avec de semblables fragmens.

Mais au contraire, si cette première glace, au moment qu'elle commence, passe sur un endroit de la rivière trop agité (& c'est sans doute le cas le plus ordinaire) ou qu'il vienne à être serré entre deux glaçons plus solides, il est écrasé & réduit en très-petites parties qui flottent au gré des vagues, & qui le plus souvent ou ne se rejoignent pas, ou ne font que se pelotonner; car ces petits fragmens étant presqu'aussi épais que larges, suivent le fil de l'eau en roulant sur un centre, ce qui empêche la réunion, ou fait prendre une forme arrondie aux parties qui se réunissent: ce mouvement de rotation vient de ce que le petit glaçon flotte entre deux milieux (l'eau & l'air) dont l'un se meut pendant que l'autre est tranquille, ou qui se meuvent tous deux avec des directions & des vîtesses différentes. La partie émergente du corps flottant étant retardée par le frottement ou par l'impulsion de l'air, tandis que la partie plongée conserve toute la vîtesse qu'elle reçoit du courant, il est évident qu'il n'y a qu'un point qui se meut constamment en ligne droite, & qu'autour de celui-ci tous les autres par une succession fortuite sont obligez de décrire des cercles; de-là viennent sans doute ces grosses pelotes de bouzin qui se présentent souvent à la surface de l'eau quand on a enlevé la glace solide qui la couvroit. Comme il arrive très-ordinairement qu'on les repousse vers le fond de l'eau en remuant le glaçon qu'on veut enlever, ces masses qu'on voit surnager un instant après, font dire aux gens prévenus qu'elles viennent du fond de la rivière & qu'elles y ont été formées.

En ſuppoſant donc que la glace ſe forme ſur les rivières de la manière que je viens de l'expoſer, on peut facilement rendre raiſon des différences qu'on y remarque quand on la compare à celle des eaux dormantes.

1.° Les glaces des rivières, tant celles qui flottent que celles qui ſont adhérentes, ont les bords plus épais que le reſte, & la face qui touche l'eau eſt preſque toûjours enduite d'une couche de bouzin.

Les grands glaçons conſervent mieux que les petits le mouvement qu'ils ont acquis, lorſqu'ils viennent à paſſer d'un endroit plus rapide dans un autre qui l'eſt moins, ils gagnent de vîteſſe cette eſpèce de glace broyée, dont une partie s'arrête à leurs bords & en augmente l'épaiſſeur, ils gliſſent ſur le reſte dont ils entraînent toûjours avec eux quelque portion que la gelée attache à leur ſurface inférieure. On conçoit bien que la même choſe doit arriver à la glace fixe lorſque le bouzin ſera porté deſſous par le mouvement de l'eau, & qu'il doit même s'y amaſſer en plus grande quantité, parce que tous les corps qui flottent ſur un courant dont la vîteſſe eſt plus grande au milieu qu'ailleurs, comme celui d'une rivière, tendent toûjours à s'approcher des bords.

2.° Les glaçons que la rivière charie, ſont pour l'ordinaire moins unis & moins droits que ceux du rivage ou des eaux dormantes.

C'eſt que la glace nouvellement formée, étant encore très-mince, flotte à fleur d'eau, & qu'elle eſt ſouvent couverte de petites vagues que la gelée ſaiſit avant qu'elles aient eu tout le temps de s'étendre; d'ailleurs il arrive auſſi que ces glaçons minces ſont rencontrez par d'autres qui les croiſent & les doublent en partie, ce qui augmente inégalement leur épaiſſeur: en un mot, par la ſeule raiſon que ces glaces ſe meuvent & changent continuellement de lieu, elles ſont expoſées à des accidens qui n'arrivent point à celles des eaux tranquilles, auſſi ces dernières ſont-elles beaucoup plus droites & ſans rugoſités conſidérables.

3.° Les glaçons flottans ſont moins tranſparens que les autres, & le plus ſouvent d'une couleur laiteuſe.

La tranſparence des corps dépend beaucoup, comme l'on ſçait, de l'homogénéité de leurs parties & de l'ordre qu'elles ont entr'elles: on doit concevoir les glaçons, eu égard au progrès de la gelée qui les forme, comme un aſſemblage de pluſieurs couches d'eau qui ſe ſont fixées ſucceſſivement les unes ſur les autres; quand cela ſe fait au même endroit, toutes les couches ſe reſſemblent à peu-près, mais ſur un courant combien n'arrive-t-il pas d'accidens qui changent l'état de l'eau pendant que le froid fixe ſes parties?

Les vagues & les lames d'eau qui paſſent ſur la glace & qui s'y gèlent en un inſtant, comme nous l'avons dit ci-deſſus, couvrent ſouvent & renferment au deſſous d'elles le frimas, la gelée blanche ou la neige qui s'y eſt attachée, & c'en eſt aſſez pour occaſionner cette couleur blancheâtre que l'on remarque preſque toûjours aux glaçons flottans.

N'eſt-il pas naturel de penſer que l'eau perd ſa fluidité par degrés comme toutes les autres matières, que ſes parties avant que de prendre une conſiſtance totale, ſe pelotonnent, pour ainſi dire, en molécules plus groſſières, & que leur aſſemblage n'eſt uniforme & ſolide qu'autant qu'elles ont eu le loiſir de ſe joindre de la manière la plus convenable, ou que leur liaiſon n'a point été interrompue par des ſecouſſes & par des mouvemens étrangers. Toutes les matières qu'on agite, lorſqu'elles paſſent de l'état de liqueur à celui de ſolide, ne prennent jamais ni la tranſparence, ni la dureté qu'elles acquéreroient ſans cette circonſtance, & les liqueurs qu'on fait glacer en les remuant, ne ſe convertiſſent jamais qu'en neige.

Quand j'ai ſuppoſé ci-deſſus que les parties d'eau dont ſe forme le glaçon flottant, n'ont qu'un mouvement commun, & qu'elles ſont comme en repos relativement les unes aux autres, je n'ai pas prétendu que ce repos fût auſſi parfait qu'il peut l'être dans une eau dormante, je n'ai exclu par ma ſuppoſition que des vîteſſes reſpectives, telles qu'elles ne laiſſaſſent aucun lieu à la fixation de l'eau; mais tant qu'il y a de ces mouvemens irréguliers qui changent continuellement la poſition des parties (& il y en a toûjours dans l'eau

qui coule) l'union ne peut jamais ſe faire d'une manière auſſi intime ni avec autant d'ordre qu'elle ſe feroit dans des circonſtances plus favorables.

Indépendamment de ces vîteſſes inégales qui tendent à déplacer les parties, & qui retardent leur cohérence, il eſt encore une autre eſpèce de mouvement qu'on ne peut guère ſe diſpenſer d'admettre, & qui s'oppoſe auſſi à la congélation & au parfait arrangement des parties de l'eau. Tout fluide qui ſuit une pente non ſeulement gliſſe ſelon cette inclinaiſon, mais il ſemble que les petites maſſes qui le compoſent, au moins celles qui ſont aux ſurfaces, doivent tourner ſur elles-mêmes, à peu-près comme les petits glaçons dont j'ai parlé ci-deſſus. Quand le mouvement de toute la maſſe ſeroit tellement régulier que les molécules de l'eau tournaſſent ſans ſe déplacer les unes à l'égard des autres, ſeroit-il poſſible qu'au moment de leur congélation elles ſe trouvaſſent unies auſſi étroitement & avec autant de régularité que ſi le repos avoit précédé cette union, à moins qu'on ne ſuppoſe toutes ces petites maſſes parfaitement uniformes & de figure également propre à s'arranger dans toutes ſortes de circonſtances? ſuppoſition peu vrai-ſemblable ſi l'on conſidère les molécules qui commencent la glace comme autant de petits glaçons inſenſibles que la gelée a déja pelotonnez.

Enfin, quand l'eau ſe gèle étant en repos, une grande partie de l'air qui s'en dégage, s'échappe du côté oppoſé au froid qui condenſe les parties, & ſe raſſemble en volumes très-ſenſibles & quelquefois fort grands. Il n'en eſt pas de même quand le froid convertit en glace des parties d'eau qui ſe meuvent actuellement, l'air qu'elles renferment entr'elles s'échappe en toute ſorte de ſens & demeure diviſé dans la maſſe en une infinité de petits globules qui interrompent les paſſages de la lumière, & qui en détournent les rayons par des réfractions & par des réflexions différentes de celles que l'eau ſeule occaſionneroit. C'eſt une obſervation qui n'a point échappé à M. de Mairan*, & qu'il a fait valoir pour expliquer pourquoi la glace en général eſt toûjours moins tranſparente que l'eau dont elle a été formée.

* *Diſſertat. ſur la glace, inſérée dans le recueil des pièces qui ont*

4.° Les glaçons qui flottent dès l'inſtant de leur formation, ſont toûjours moins ſolides & moins épais que ceux d'une eau tranquille, qui ont commencé en même temps & avec le même degré de froid.

remporté les Prix de l'Académie de Bordeaux, tome I, page 77.

Les cauſes qui rendent ces ſortes de glaces moins tranſparentes que les autres, empêchent auſſi qu'elles ne prennent autant de ſolidité; car en général les corps ſolides ont d'autant plus de conſiſtance que leurs parties ſont plus homogènes & que leur liaiſon eſt plus parfaite. Ces deux conditions manquent dans les glaçons flottans, les petites parties d'air dont ils ſont remplis & qu'on y aperçoit au premier aſpect, interrompent fréquemment celles de l'eau qui ſe ſont glacées, & ce mélange forme un tout qui n'eſt ſolide qu'en partie, encore ce qu'il y a de ſolide n'a-t-il pas toute la cohérence qu'il pourroit avoir, parce que, comme je l'ai déja remarqué, les pièces qui compoſent cette ſolidité interrompue, n'ont pas eu la facilité de s'arranger de la manière la plus convenable, à cauſe du mouvement qu'elles ont eu juſqu'à l'inſtant de la congélation.

Quant à l'épaiſſeur, on conçoit facilement qu'un morceau de glace qui ſuit le fil de l'eau & qui n'a jamais exactement la même vîteſſe qu'elle, a moins de priſe ſur les parties qui doivent recevoir de lui le degré de froid néceſſaire pour s'y attacher & concourir à ſon accroiſſement.

En admettant l'opinion que j'ai expoſée dans ce Mémoire touchant la formation des glaces que les grandes rivières charient, on expliquera facilement un fait qui a mérité l'attention des Sçavans, & dont je vois qu'on a cherché la raiſon. On a vû pluſieurs fois la Seine tout-à-fait priſe par un froid qui n'excédoit pas 8 ou 10 degrés, & l'on ſe rappelle encore avec une eſpèce de ſurpriſe, que pendant le rigoureux hiver de 1709, le milieu de ſon courant demeura libre, à cela près qu'il charioit des glaçons comme il a coûtume de faire pendant une gelée beaucoup moins âpre.

M. Homberg* pour expliquer cette eſpèce de bizarrerie de la Nature, ſuppoſa que « les groſſes rivières, au moins dans

** V. l'Hiſtoire de l'Ac. 1709, page 9.*

» notre climat, ne devoient pas geler d'elles-mêmes ſi ce n'eſt
» vers les bords, parce que leur courant eſt toûjours trop fort
» vers le milieu ; qu'ainſi ſi l'on ne caſſoit pas la glace des bords
» (ce que l'on ne manque jamais de faire, dit-il, pour diffé-
» rentes raiſons) le milieu couleroit toûjours à l'ordinaire, ſup-
» poſé d'ailleurs qu'il ne tombât point de petites rivières dans
» la groſſe; mais comme il y en tombe, les glaçons qu'elle
» charie dans ſon milieu, viennent pour la plus grande partie
» des petites rivières dont on a caſſé la glace; que ces glaçons
» arrêtez par un pont ou par un coude de la rivière, ou par
» quelqu'autre obſtacle que ce ſoit, ſe collent les uns aux autres
» par le froid, & forment enſuite une eſpèce de croûte qui
» couvre toute la ſurface de la rivière; & qu'enfin comme le
» froid de 1709 fut très-ſubit & très-âpre dans ſon premier
» commencement, les petites rivières qui tombent dans la
» Seine au deſſus de Paris gelèrent tout-à-coup & entièrement,
» de ſorte que leurs glaçons qui ſe ſeroient pris ſur la ſuperficie
» de la Seine, ne pûrent y être apportez, du moins en aſſez
grande quantité. »

Je ſuis d'accord avec M. Homberg ſur la manière dont ſe fait l'engorgement, je conviens que la glace qui couvre une grande rivière n'eſt jamais toute d'une pièce, qu'elle n'eſt qu'un aſſemblage de pluſieurs morceaux arrêtez par quelque obſtacle, & ſoudez, pour ainſi dire, les uns aux autres; je crois encore, comme lui, qu'un froid ſubit & fort âpre rend les glaçons flottans moins nombreux qu'ils n'ont coûtume d'être lorſque l'hiver eſt plus modéré; mais quelle en eſt l'origine, & pourquoi leur quantité dépend-elle de la force & des progrès plus ou moins précipitez de la gelée? voilà le point qui nous ſépare.

Que quelques meûniers, quelques payſans rompent les glaces qui leur nuiſent actuellement, ou pour prévenir quelques accidens qu'ils ont à craindre, & qu'ils en mettent à flot les fragmens; que ces morceaux même emportez par le courant en détachent d'autres de temps en temps par leur choc, c'eſt ce qu'on ne peut nier raiſonnablement; mais que cela

cela ſuffiſe pour produire tout ce qu'on voit flotter nuit & jour tant que le courant eſt libre, c'eſt ce qui ne me paroît pas vrai-ſemblable. Mes doutes ſont fondez ſur les raiſons que j'ai alléguées ci-deſſus, & je les trouve d'autant plus fortes, qu'elles ſont parfaitement d'accord avec une expérience dont la Police de la Ville fit les frais ces jours derniers lorſque la Seine fut totalement priſe. Cinquante ou ſoixante ouvriers furent employez à rompre les glaces pour prévenir les déſordres d'un dégel précipité; quiconque a voulu le voir, aura remarqué comme moi, que pendant ce travail les glaçons qui ont flotté n'étoient ni auſſi grands, ni auſſi nombreux qu'ils l'avoient été précédemment par le ſeul effet de la gelée. Peut-on croire après cela qu'une groſſe rivière comme la Seine, ne charie que par l'effet du haſard, ou par les ſoins de quelques particuliers qui de loin en loin mettent l'eau à découvert?

Diſons plûtôt que les glaçons qui ſont chariez, au moins quant au plus grand nombre, ſont formez comme je l'ai expliqué ci-deſſus, qu'ils flottent dès l'inſtant de leur naiſſance, & que venant à s'amaſſer & à ſe joindre les uns aux autres dans les endroits où il ſe rencontre des obſtacles, leur aſſemblage forme une eſpèce de croûte qui cache entièrement l'eau; & le milieu du courant ſur qui la gelée n'a point de priſe immédiatement, ſe trouve couvert par une glace qui vient d'ailleurs: voilà ce qui ſe paſſe le plus ordinairement.

Mais il peut y avoir tel cas où les glaçons flottant dès leur origine ne parviennent pas juſqu'au milieu du courant, ou n'y arrivent point en aſſez grand nombre pour le couvrir par-tout, & ce cas eſt celui d'une gelée plus ſubite & plus âpre que d'ordinaire, & voici comment on doit l'entendre.

Une certaine étendue d'eau qui coule aſſez uniformement pour donner priſe à la gelée, devient ſur la rivière un glaçon iſolé qui continue de flotter tant qu'il ſe trouve entre le fort du courant & quelque veine d'eau qui demeure fluide, parce que le degré de mouvement qu'elle a, ne cède point au froid actuel. Mille circonſtances occaſionnent ces différens

degrés de vîtesse dans les différentes parties d'une grande rivière, & c'est une supposition que je ne crois pas qu'on veuille me contester. Mais si le froid vient à s'augmenter promptement, cette portion de la rivière qui avoit conservé sa fluidité, pourra la perdre avant que le glaçon flottant qu'elle sépare du rivage ou des glaces qui y tiennent, soit échappé, & cette dernière congélation, je veux dire, celle que l'augmentation subite de la gelée aura fait naître, liera aux glaces du bord le morceau qui auroit continué de flotter par un moindre degré de froid; de-là il suit que la rivière charie beaucoup moins par deux raisons, 1° parce que le glaçon qui auroit flotté ne flotte point, 2° parce que ne flottant point & demeurant dans le lieu même où il a été formé, il couvre une étendue d'eau qui en auroit produit un autre immédiatement après lui.

En voilà assez, je pense, pour faire entendre comment les rivières charient indépendamment des soins qu'on paroît se donner pour rompre la glace, & pour justifier cette proposition qui paroît d'abord un paradoxe, que nous avons quelquefois en France des hivers trop froids pour glacer entièrement nos grandes rivières.

MÉMOIRE
SUR L'OUIE DES POISSONS, ET SUR LA TRANSMISSION DES SONS DANS L'EAU.

Par M. l'Abbé NOLLET.

LA question que j'entreprends de traiter, seroit décidée, s'il étoit vrai que ces ouvertures qu'on voit à la tête des Poiſſons, & que le vulgaire a nommées *les ouïes,* fuſſent en effet des organes propres à leur faire ſentir les ſons. Pourroit-on raiſonnablement ſuppoſer que la Nature leur eût accordé un ſens dont ils ne feroient point d'uſage? Mais les Sçavans qui ſe ſont appliquez à l'Hiſtoire Naturelle en ont jugé autrement, ces parties leur ont paru deſtinées à des fonctions tout-à-fait différentes de celles qu'on leur attribue communément, & qu'elles ſemblent annoncer, ſoit par la place qu'elles occupent, ſoit par le nom qu'elles portent. Pluſieurs même ont mieux aimé croire que les Poiſſons étoient parfaitement ſourds, que de regarder les ouïes comme le paſſage des ſons. Artedus dans la deuxième partie de ſon Ichtyologie, s'exprime ainſi à la page 19: *Piſces cetacei omnes meatus auditorios externè habent, reliqui verò omnes iiſdem carent, & conſequenter ſonos ſeu voces non videntur percipere, præcipuè cum vocales non ſint.* 24 Avril 1743.

Cette opinion à la vérité n'eſt point celle du plus grand nombre; quelqu'incertain qu'on ait été juſqu'à préſent des moyens par leſquels ces animaux perçoivent les ſons, on eut toûjours peine à croire qu'ils fuſſent privez de la faculté d'entendre; on eſt naturellement perſuadé qu'ils ſont ſenſibles & attentifs au bruit, Artedus même que je viens de citer, ſemble en convenir quelques pages après, & ſe reſtreint à la perception des ſons articulez qu'il leur refuſe.

C'eſt aſſez l'uſage de faire la pêche en ſilence, & les gens du métier l'exigent comme une précaution néceſſaire, ils ſont tellement perſuadez que les poiſſons entendent, & qu'on peut par le bruit déterminer leurs mouvemens, qu'ils ont imaginé pour les prendre, des procédés qui réuſſiſſent, & qui ſont entièrement fondez ſur cette opinion. Sur les côtes de Bretagne on fait communément une ſorte de pêche dont tout l'art conſiſte à chaſſer d'abord le poiſſon dans une anſe dont on ferme enſuite l'embouchûre avec des filets vers leſquels on le ramène; pour le faire aller & revenir ainſi, deux hommes avec chacun une chaloupe & un tambour le ſuivent en faiſant du bruit & en obſervant d'ailleurs tout ce que l'habitude & l'expérience leur ont fait regarder comme néceſſaire. Les Chinois, dit-on, en uſent à peu près de même, au lieu de tambour ils emploient un inſtrument qui eſt fort en uſage chez eux, & qu'ils appellent *tam-tam**, c'eſt pour l'ordinaire une plaque de métal ſuſpendue, ſur laquelle on frappe avec une baguette dont le bout eſt renflé avec des cordes fortement ſerrées les unes ſur les autres.

Pline, Rondelet, Boyle & quelques autres Naturaliſtes font mention de deux ou trois étangs où l'on avoit fait prendre au poiſſon l'habitude de s'aſſembler au ſon d'une petite cloche, ou de venir à la voix d'un homme qui avoit coûtume de lui porter à manger. Les petits poiſſons dorez de la Chine que l'on nourrit par curioſité dans les maiſons, ne manquent pas, dit-on, de venir à la ſurface de l'eau dès que l'on heurte un peu la jarre où ils ſont; on prétend même que l'habitude & l'agitation n'y entrent pour rien, que cette expérience réuſſit à toute heure en heurtant, & que le même effet n'a pas lieu quand on ſe contente de remuer le vaiſſeau.

* Une perſonne fort intelligente qui a fait pluſieurs voyages à la Chine, & qui s'eſt appliquée à connoître les mœurs de la nation, m'a fait obſerver que les Chinois, peuple très-devot, mêlent dans tout ce qu'ils font beaucoup de cérémonies religieuſes; que le *tam-tam* eſt toûjours employé dans leurs actes de dévotion, & que le bruit de cet inſtrument pendant la pêche pouvoit fort bien n'avoir rien de commun avec l'intention de prendre du poiſſon.

Au

Au premier coup d'œil toutes ces apparences décident la queſtion, mais quelque ſéduiſantes qu'elles ſoient, quand on y réfléchit ſans préjugé il reſte encore bien des incertitudes ſur l'opinion qu'elles favoriſent; le bruit ne va guère ſans quelque mouvement ſenſible à la vûe, le poiſſon a le coup d'œil très-ſubtil, il n'eſt pas facile de bien juger ſi la crainte qui le met en fuite ou l'empreſſement avec lequel il s'aſſemble en certaines occaſions, lui vient de ce qu'il entend, ou bien de ce qu'il voit. Les Auteurs que j'ai citez ne ſe donnent point pour témoins oculaires des faits dont ils font mention, & ces ſortes de récits n'ont du poids qu'autant qu'ils ſont appuyez ſur le témoignage d'un obſervateur habile & reconnu pour tel. J'ai fait, pour diſſiper mes doutes, bien des expériences qui ne m'ont pas réuſſi; les carpes que l'on tient auprès des maiſons & que l'on viſite fréquemment, ne m'ont pû donner aucun éclairciſſement, le bruit pour l'ordinaire ne les fait pas fuir, mais elles ne marquent pas plus de crainte quand elles voient qu'on s'approche d'elles; cette ſécurité ne prouve pas qu'elles ſoient aveugles, on n'en peut donc pas conclurre non plus qu'elles ſoient ſourdes.

J'ai cherché des ruiſſeaux écartez pour y trouver du poiſſon plus farouche, & j'ai toûjours obſervé que le moindre mouvement, le plus petit geſte qu'il pouvoit apercevoir, le faiſoit fuir; je me tenois tranquillement appuyé contre un arbre ou ſur le parapet d'un pont, & je faiſois tout d'un coup quelque bruit, ou avec la voix ſans remuer ni les lèvres ni les yeux, ou avec un ſifflet que je tenois à la bouche; pluſieurs fois j'ai vû le poiſſon reſter en place & ne donner aucun ſigne de crainte, d'autres fois auſſi je l'ai vû partir & me laiſſer fort incertain ſur la cauſe de ſa fuite, car ſouvent il fuyoit de la même manière avant que j'euſſe fait du bruit, & j'avois toûjours à craindre qu'une plante, une feuille sèche, agitée ſur le rivage ſans que je l'euſſe aperçue, ou quelqu'autre cauſe qui m'auroit échappé, n'eût produit l'effet que j'étois tenté d'attribuer au bruit. On aura peine à croire qu'après bien des ſoins & des tentatives je n'aie pû conclurre rien de

certain, mais ceux qui ſont dans l'habitude d'obſerver & qui aiment la vérité, ſçavent très-bien qu'on eſt tous les jours arrêté dans les choſes qui paroiſſent les plus ſimples, & qu'on ne doit pas ſe rendre aux premières apparences.

Ce qui prouve bien que ces ſortes d'obſervations ne ſont pas auſſi faciles qu'on le pourroit croire, c'eſt le peu d'accord qui ſe trouve entre les Sçavans qui ont travaillé ſur cette matière, l'incertitude avec laquelle ils ont prononcé, & le parti qu'ils ont pris pour terminer la queſtion. Des Auteurs également célèbres ont accordé & refuſé aux poiſſons la faculté d'entendre, la plûpart ne ſe ſont exprimez qu'en héſitant, & tel qui adopte un des deux ſentimens, revient quelques lignes après à l'opinion contraire, comme l'a fort bien remarqué M. Klein dans la préface d'un ouvrage imprimé en 1740, & qui a pour titre: *De Lapillis eorumque numero in craniis Piſcium.*

On en peut juger par quelques paſſages de Ray au 1^er^ livre de ſes Additions à l'hiſtoire des Poiſſons de Willugby, p. 3: *Tous les Poiſſons*, dit-il, *excepté ceux qu'on nomme* cétacez, *& peut-être auſſi les cartilagineux, n'ont ni oreilles externes ni conduits pour les ſons, d'où il paroît qu'ils ſont ſourds comme ils ſont muets;* & à la page 6, il prononce avec plus de retenue, voici ſes paroles: *les Poiſſons n'ayant point de nerfs auditifs, il eſt vraiſemblable qu'ils ſont privez de l'ouïe;* enfin à la page 7 il s'exprime ainſi, *on ne ſçait pas bien encore par quel endroit les Poiſſons entendent (ſi tant eſt qu'ils entendent) ſi tamen omnino audiant.* Ces expreſſions dans l'ouvrage d'un ſçavant & laborieux Naturaliſte, prouvent bien que la queſtion qu'il traite, n'eſt pas décidée, & qu'il n'eſt pas facile qu'elle le ſoit.

La difficulté d'apprendre par des obſervations directes ce que l'on ſe propoſoit de ſçavoir touchant l'ouïe des poiſſons, a fait prendre un chemin un peu plus détourné, mais qui conduit au même but; au lieu d'examiner immédiatement s'ils entendent, on cherche à ſçavoir s'ils peuvent entendre, & pour réſoudre cette dernière queſtion, il y a deux choſes à faire, 1° il faut s'aſſurer ſi les poiſſons ont des organes

propres à percevoir les sons, 2° il faut voir si le milieu qu'ils habitent, est capable de les leur transmettre; l'une ou l'autre de ces deux conditions venant à manquer, on peut en toute sûreté conclurre que les poissons n'entendent point sous l'eau: il est aussi plus que vrai-semblable qu'ils ne sont point sourds s'ils ont des oreilles ou quelque chose d'équivalent, & que l'eau soit perméable au son.

De ces deux objets on n'en a encore suivi qu'un, on a employé l'anatomie la plus exacte pour tâcher de découvrir quelle partie pourroit être l'organe de l'ouïe, on a trouvé dans la tête des poissons certains petits corps solides que les uns ont appellé *osselets* à cause de leur dureté, & que d'autres ont nommé *petites pierres (lapilli)* peut-être parce qu'ils ressemblent un peu à l'agathe ou au caillou par leur poli. Les Sçavans qui ont fait cette découverte sont portez à croire que ce sont là principalement les organes internes de l'ouïe dans les poissons, mais ils sont d'ailleurs si partagez sur la nature de ces osselets, sur leur nombre & sur la correspondance qu'ils ont avec les autres parties qui doivent nécessairement concourir avec eux aux fonctions qu'on veut leur attribuer, qu'il n'est guère possible de rien établir de certain sur ce qu'on en sçait; l'observation n'a produit jusqu'ici que des soupçons, c'est à l'observation même à les convertir en connoissances. En attendant de nouvelles preuves qui nous fassent connoître évidemment que les poissons ne sont point sourds par privation d'organes, je me suis proposé de sçavoir s'ils le sont par la nature du fluide qui leur sert de milieu, la suite de ce Mémoire fera connoître ce que l'expérience a décidé; mon principal objet a donc été d'examiner si les sons pénètrent dans l'eau, à quelle profondeur ils peuvent s'y transmettre, combien ils y sont affoiblis, si leurs différentes modifications s'y conservent, & si l'on peut les y distinguer.

C'est un sentiment généralement reçu & fondé sur les expériences les plus décisives, que le son n'est autre chose qu'un mouvement de vibration imprimé au corps sonore,

communiqué à l'air qui l'environne, & tranſmis à l'oreille où s'accompliſſent les ſenſations de l'ouïe : cela ſuppoſe un milieu élaſtique qui puiſſe recevoir & conſerver pendant quelque temps les petites vibrations d'un corps actuellement ſonnant, frémir avec lui & porter ailleurs ce frémiſſement; c'eſt pourquoi toutes les matières qui ne ſont que flexibles & qui n'ont qu'un reſſort très-foible, amortiſſent le ſon & paroiſſent toûjours moins propres que d'autres à faciliter ſa propagation.

Fondé ſur ce principe on pourroit croire que l'eau d'un étang arrête le ſon & en interdit le ſentiment à tous les animaux qui l'habitent, car c'eſt une opinion aſſez reçue que l'eau, en tant que liqueur, n'eſt pas compreſſible comme il faudroit qu'elle le fût pour être jugée capable de tranſmettre le ſon, c'eſt-à-dire, pour être élaſtique; mais malgré cette raiſon, s'il étoit bien conſtaté qu'on entend dans l'eau, ce fait, quoique peu attendu, ne ſeroit pas moins recevable, & tout ce qu'il y auroit à faire, ce ſeroit d'y trouver une explication.

Quelques expériences que je n'avois point faites dans cette vûe, me firent ſoupçonner que l'eau n'étoit point un obſtacle invincible pour les ſons. M. de Mairan ayant remarqué que deux ſons différens ſe tranſmettent enſemble & ſans confuſion d'une maſſe d'air à une autre, nonobſtant l'interpoſition d'un corps ſolide, comme le verre, je voulus eſſayer s'il arriveroit quelque changement nouveau à différens ſons que je ferois paſſer à travers une lame d'eau dont je pourrois varier en raiſon connue la denſité & la température. Ce n'eſt point ici le lieu de rapporter ni les préparations ni les réſultats des expériences que j'ai faites dans ce deſſein, mais je dois dire par rapport au ſujet préſent, que tous les corps ſonores dont je me ſuis ſervi, ſe ſont toûjours fait entendre du dedans au dehors des vaiſſeaux, malgré l'interpoſition de l'eau qui les environnoit de toutes parts, excepté ſeulement le cas où l'air qui les touchoit immédiatement avoit été beaucoup raréfié.

On voit auſſi dans les Elémens de Phyſique de M. s'Graveſande, qu'un petit timbre enfermé dans un vaiſſeau & plongé dans un autre vaſe plein d'eau, ſe fait encore entendre, quoique foiblement.

Mais ces ſortes d'expériences ne pouvoient tout au plus faire naître que des ſoupçons ſur ce qui faiſoit l'objet de mes recherches, une ſi petite quantité de liqueur enfermée entre des parois ſolides ne me paroiſſoit pas différer aſſez d'un verre fort épais ou de toute autre matière compacte dont on ſçait que l'interpoſition ne fait que diminuer la force du ſon, & je n'oſois rien attribuer particulièrement à la fluidité de l'obſtacle. Il me parut donc qu'il falloit des épreuves en grand, que l'organe devoit être placé dans l'eau même pour juger ſi les ſons s'y tranſmettent; en un mot, je crus que pour ſçavoir d'une manière certaine ſi les poiſſons peuvent entendre dans l'eau, en ſuppoſant que la Nature les en ait rendu capables, le moyen le plus ſûr étoit de s'y placer comme eux.

Pendant l'été de 1740 je profitai des jours les plus chauds pour tenter ces expériences dans la Seine; je choiſis un endroit aſſez profond ſous une iſle où le courant n'étoit pas ſenſible, j'y fis placer un pieu auquel je pouvois me tenir pour me plonger plus commodément, & je m'accoûtumai peu à peu à reſter ſous l'eau ſans reſpirer, de manière qu'après m'être exercé quelques jours je ſoûtenois fort bien cet état pendant 12 ſecondes ſans ſouffrir aucune violence qui pût me diſtraire; celui qui m'accompagnoit ne faiſoit le bruit ou le ſon dont nous étions convenus, que quand je lui en donnois le ſignal en tirant à moi avec une ficèle un morceau de liége qui flottoit, afin de laiſſer un temps ſuffiſant pour l'immerſion & pour perdre l'idée d'un bruit confus cauſé d'abord par l'agitation & le choc de l'eau qui entre dans les oreilles. Je dois dire ici pour ceux qui ſeroient curieux de répéter ces ſortes d'épreuves, que le calme qu'il faut dans les ſens & l'attention néceſſaire pour bien juger, ne s'acquièrent qu'après pluſieurs jours d'exercice.

A peine avois-je fait cette eſpèce d'apprentiſſage que le temps devint trop froid pour continuer, & pour cette fois tout ce que je pus apprendre, ce fut qu'ayant la tête entièrement dans l'eau, on peut entendre, mais foiblement, le bruit d'un piſtolet, une ſonnette, un ſifflet, la voix humaine. Il me parut auſſi (& c'eſt une choſe que j'ai encore vérifiée depuis) que le coup de piſtolet qui ſembloit devoir ſe faire entendre plus fort que les autres inſtrumens, faiſoit un bruit à proportion moins ſenſible, & tel qu'on pourroit le comparer au ſouffle qui ſort d'une ſarbacane.

L'année dernière je repris ces expériences en ſuivant le procédé que je viens de rapporter, obſervant de plus que la hauteur de chaque immerſion fût meſurée avec une jauge appuyée ſur ma tête & conduite par celui qui m'aſſiſtoit dans ces opérations; & comme j'ai ſouvent remarqué que le ſon peut ſe communiquer par les corps ſolides qui traverſent du dedans au dehors du vaiſſeau où le corps ſonore eſt renfermé, je fis enfoncer le pieu auquel je me tenois, juſqu'à ce qu'il n'eut plus aucune communication avec l'air extérieur; je fis de cette manière pluſieurs épreuves dont chacune fut répétée au moins trois fois, en voici les principaux réſultats.

1° Ayant 4 pouces d'eau au deſſus de la tête j'entendis le bruit d'un piſtolet de poche, celui d'une ſonnette de cabinet & d'un ſifflet de chaſſe.

2° Je diſtinguai encore fort bien tous ces ſons, & même la voix humaine, étant plongé à 8 pouces, à 1 pied, à 18 pouces, à 2 pieds, & c'eſt la plus grande profondeur où je pus porter la tête dans le lieu où j'étois.

3° Pendant que j'étois entièrement plongé on a produit différens tons en même temps avec deux ſonnettes ou avec deux ſifflets, & je les ai toûjours bien diſtinguez, quoique j'euſſe quelquefois environ 2 pieds d'eau ſur la tête.

4° J'ai diſtingué pareillement les articulations de la voix humaine un peu forcée, & j'ai rendu enſuite mot pour mot les phraſes qu'on avoit prononcées pendant que j'étois plongé.

5° Tous les ſons que j'ai entendus dans l'eau ne m'ont

paru qu'affoiblis, & je ne me ſuis point aperçu que les tons fuſſent changez.

6° Ayant comparé, autant que je l'ai pû, le même ſon entendu ſucceſſivement à 4 & à 18 pouces de profondeur, je n'ai pas trouvé toute la différence que les volumes d'eau me faiſoient attendre, c'eſt-à-dire que la plus grande diminution du ſon ne me paroiſſoit pas proportionnée à l'augmentation de profondeur.

7° Ayant remarqué précédemment qu'un coup de piſtolet ne ſe faiſoit pas entendre ſous l'eau autant par proportion que les ſons continus, j'ai écouté à même profondeur le ſon d'un timbre que l'on frappoit d'abord d'un ſeul coup, & que l'on continuoit de faire ſonner enſuite par des coups qui ſe ſuivoient de fort près; j'ai cru l'entendre plus fortement dans le dernier cas. J'ai fait la même épreuve avec la voix humaine & avec des ſifflets, & j'ai toûjours conclu de la même manière; quoiqu'à dire vrai, cette expérience étant aſſez délicate, ce qu'elle m'a fait connoître ne s'eſt pas préſenté avec le même degré de certitude que j'ai trouvé dans les autres réſultats.

8° Ayant la tête preſqu'à fleur d'eau je n'ai plus entendu une montre à réveil que l'on tenoit ſuſpendue à quelques pouces au deſſus: l'intenſité du ſon étoit telle qu'en pleine campagne & par un temps calme je pouvois très-bien le diſtinguer à 45 pieds de diſtance; je dis en pleine campagne, c'eſt-à-dire, dans un champ tout-à-fait découvert, car on ſçait que ſelon la circonſtance des lieux le ſon s'entend plus ou moins.

Ces expériences, comme l'on voit, décident la queſtion que je me ſuis propoſée, elles prouvent avec évidence que ſi les poiſſons ſont ſourds, ce ne peut être que par privation d'organe, puiſque le milieu où la Nature les a placez, n'eſt point un obſtacle invincible à la propagation des ſons; il eſt vrai qu'il les affoiblit beaucoup, & qu'une telle altération nous les rendroit preſqu'inutiles. Un homme qu'un accident fait tomber dans l'eau doit peu compter ſur les cris ou ſur

les avis de ceux dont il peut eſpérer du ſecours, le ſaiſiſſement le met hors d'état d'y être attentif, l'agitation de l'eau lui fait un bruit confus qui efface toute autre impreſſion, & l'organe mouillé n'a pas peut-être le même reſſort qu'il a coûtume d'avoir dans le milieu qui lui eſt naturel. Mais nous devons penſer que ſi la Nature a donné aux poiſſons la faculté d'entendre les ſons qui viennent de l'atmoſphère, elle aura ſuppléé à la foibleſſe des impreſſions par la délicateſſe de l'organe, & que par une juſte proportion entre le ſens & ſon objet elle aura trouvé le moyen de rendre ſuffiſamment ſenſible aux habitans des eaux ce qui ne l'eſt point trop pour ceux de l'air. Une chauve-ſouris, un hibou, voit diſtinctement la nuit ce qui échappe à la vûe des autres animaux, parce que ſes yeux ſont faits pour ſentir la plus foible lumière; une plus grande clarté le bleſſe, il n'en ſoûtient l'éclat qu'avec beaucoup de peine. Une carpe qui ſort de ſon élément pour entrer dans le nôtre, ſouffre peut-être autant du grand bruit qui la frappe, qu'un oiſeau nocturne du grand jour qui l'éblouit; peut-être auſſi que les poiſſons ne doivent entendre diſtinctement que les ſons qui naiſſent dans l'eau même, & que ceux qui ſe paſſent dans l'air leur étant comme étrangers, ne les touchent qu'imperceptiblement ou quand ils ſont très-forts. On verra à la fin de ce Mémoire des expériences qui peuvent jetter quelque jour ſur ces conjectures.

Mais ſi c'eſt un fait certain que les ſons pénètrent dans l'eau, la manière dont ils s'y tranſmettent, eſt une choſe peu connue & qui mérite de l'être. Quantité d'expériences ont fait connoître depuis long temps que le ſon ne ſe propage que par un fluide élaſtique; j'en viens de citer pluſieurs qui prouvent clairement que cette propagation a lieu dans l'eau, & c'eſt une opinion reçue que les liquides n'ont point de reſſort, puiſqu'on ne les croit pas compreſſibles. La Nature eſt-elle donc contraire à elle-même? non ſans doute, mais nous ne l'interprétons pas toûjours dans ſon vrai ſens, & nous lui faiſons dire quelquefois des choſes qu'elle déſavoue tôt

tôt ou tard, ou bien nous manquons de l'entendre, parce que nous ne saisissons qu'une partie de ce qu'elle nous présente. L'idée qu'on se fait communément d'une masse d'eau par rapport à la transmission des sons, est donc vrai-semblablement défectueuse, ou parce qu'elle suppose quelque qualité qui n'y est pas, ou parce qu'elle n'embrasse pas tout ce qui s'y trouve, c'est ce que je me propose d'examiner maintenant.

L'eau d'un étang ou d'une rivière n'est point un fluide homogène, elle est toûjours mêlée avec des matières étrangères, & depuis long temps il n'est plus permis d'ignorer qu'elle contient une quantité d'air assez considérable. On sçait même que cet air qui vient de l'atmosphère, passe jusqu'aux poissons, que ces animaux ont des parties propres à le filtrer & à l'extraire pour leur usage, & qu'enfin il leur est tellement nécessaire qu'on les fait mourir quand on les en prive; n'est-il pas naturel de penser que ce fluide mixte qu'ils habitent, je veux dire l'eau mêlée d'air, leur transmet les sons par cette partie de lui-même qu'on sçait être propre à cette fonction, tandis que l'autre en interrompant la contiguité de ses molécules élastiques amortit son action, & diminue considérablement l'intensité des sons qu'elle transmet? Cette explication se présente avec tant de vrai-semblance qu'on regarderoit volontiers comme une chose superflue de pousser plus loin ces recherches, si l'on ne sçavoit qu'en Physique ce qu'il y a de plus vrai-semblable est encore quelquefois très-loin du vrai. Je ne veux point dire affirmativement que l'air n'ait aucune part à la propagation des sons dans l'eau, mais j'ose avancer qu'il est assez douteux qu'il y contribue beaucoup, & qu'il y a des raisons pour croire que ses parties interposées entre celles de l'eau empêchent que les sons ne soient aussi forts qu'ils le seroient dans un fluide plus homogène; proposition qui paroîtra peut-être un peu paradoxe, mais que je vais tâcher de justifier.

Si la quantité d'air contenue dans l'eau n'est point telle que ses particules puissent être supposées contigues les unes aux autres, si celles de l'eau beaucoup plus nombreuses les

empêchent de se toucher, si les unes & les autres ne sont point élastiques au même degré, & que la différence qui est entr'elles à cet égard soit extrêmement grande, on ne conçoit pas bien comment les sons qui viennent de l'atmosphère, peuvent s'étendre dans un fluide composé de parties si peu semblables, & qui paroissent si peu propres à se communiquer & à conserver un mouvement de vibration dont l'isochronisme paroît absolument nécessaire; car c'est un fait que je prouverai par la suite, que l'eau par elle-même transmet les sons, d'où il suit que si l'air qu'elle contient y contribue, ce n'est qu'en partageant cette action avec elle.

Quand bien même on supposeroit que toutes les particules d'air indifféremment sont propres à toutes sortes de sons, interrompues comme elles le sont par d'autres parties qui ne sont point élastiques comme elles, à peine pourroit-on concevoir qu'elles pussent se transmettre leurs vibrations; mais la difficulté devient encore bien plus grande si l'on admet des parties d'air propres à chaque ton, selon la doctrine de M. de Mairan, doctrine cependant à laquelle il est difficile de se refuser. On entend dans l'eau en même temps & sans confusion des sons différens & des paroles articulées sur plusieurs tons, comme on l'a vû par la 3^me^, la 4^me^ & la 5^me^ expérience, combien n'y faudroit-il point d'air pour fournir à quelque son que ce soit un véhicule suffisant & qui lui fût propre? Mais ne prévenons point par des raisonnemens ce que nous pouvons apprendre de l'expérience, sçachons par elle, si nous le pouvons, combien l'eau contient d'air communément, & s'il est nécessaire qu'elle en contienne pour transmettre les sons.

Je sçavois déjà d'après M. Hales*, que 54 pouces cubiques d'eau de puits donnent par la distillation un pouce cubique d'air semblable à celui de l'atmosphère, & j'aurois pû sur le témoignage d'un aussi habile Physicien établir mes conséquences, mais je prévoyois que j'aurois à éprouver de l'eau purgée d'air, & qu'il m'en faudroit pour une seule expérience plus qu'on ne peut commodément en appliquer en une fois

* *Statique des Végétaux, ch. 6, p. 156.*

à la machine pneumatique. J'avois donc besoin de sçavoir si cette eau purifiée ne reprendroit point en très-peu de temps une quantité d'air considérable, & si j'aurois le loisir de l'éprouver dans l'état que je lui aurois fait prendre dans le vuide: en cherchant un moyen de satisfaire à cette dernière vûe j'en trouvai un qui pouvoit remplir en même temps la première, c'est-à-dire que par le même procédé je me suis assuré de la quantité d'air qui est ordinairement dans l'eau & du temps qu'il lui faut pour y rentrer en même quantité. Je crois qu'il n'est pas inutile de rapporter cette expérience en détail, non-seulement parce qu'elle peut servir en bien d'autres occasions, mais encore parce qu'on jugera mieux des raisons auxquelles je me suis rendu.

AB est un tuyau de verre d'environ 3 pieds de longueur, de 5 ou 6 lignes de diamètre intérieurement, coudé aux deux extrémités en sens contraire; il est appuyé d'une part sur un support, & de l'autre il communique avec une espèce de carafe de verre en partie pleine d'eau, & dont l'orifice évasé est bouché au col avec du liége, ce bouchon qui est traversé par le tube, l'est encore par celui d'un thermomètre dont la boule est placée dans le vase à la superficie de l'eau, & cette carafe est elle-même dans un autre vaisseau cylindrique rempli d'eau que l'on rappelle, quand il le faut, à une température connue. Fig. 1.

Ayant donc préparé toutes ces pièces pour être assemblées comme on le voit par la figure, j'ai mis dans le vuide la carafe pleine jusqu'aux deux tiers d'eau de la Seine, qui avoit bouilli pendant un bon quart d'heure, & qui avoit encore, quand je l'appliquai à la machine pneumatique, 35 degrés de chaleur au thermomètre de M. de Reaumur; après en avoir ôté l'air de manière qu'on n'en apercevoit plus aucune bulle s'élever, je la laissai dans le vuide jusqu'au lendemain, tant pour la faire refroidir que pour n'avoir pas à craindre que ses pores encore dilatez ne laissassent rentrer l'air dans le peu de temps que j'employerois à la transporter du vuide pour la mettre en expérience.

Dans le même moment qu'elle fut ôtée du récipient, elle fut placée dans le vaiſſeau *CD*, on y joignit le tube *AB* avec le thermomètre, & l'on verſa de l'eau en *A* juſqu'à ce qu'elle ſe fut miſe de niveau en *E* où l'on fit une marque; je verſai ſur le bouchon qui étoit fort enfoncé, de la cire fondue avec de la térébenthine environ l'épaiſſeur de 3 lignes, & lorſque cette cire fut priſe, je verſai de l'eau autant qu'il en put tenir dans l'évaſement du goulot; par cette dernière précaution l'air ne pouvoit ni entrer ni ſortir par cet endroit, que je ne m'en aperçuſſe; s'il ſortoit, il devoit faire bouillonner l'eau qui couvroit la cire; s'il entroit, cette même eau devoit paſſer avant lui, ni l'un ni l'autre n'arriva, ce qui m'aſſura que cette partie étoit exactement bouchée.

Fig. 1.

Il eſt facile de voir maintenant que l'air en rentrant dans l'eau de la carafe a dû laiſſer un vuide dans le tuyau, & que ce vuide s'eſt rempli par un pareil volume d'eau pouſſé par le poids de l'atmoſphère qui agiſſoit en *A;* car on ſçait que l'air qui ſe mêle avec l'eau n'augmente pas ſenſiblement ſon volume, & l'on ne doit pas ſuppoſer que la ſurface de l'eau s'élevoit dans la carafe à meſure que ſe vuidoit le tuyau qui fourniſſoit l'air. J'ai donc pû remarquer les progrès de ce rétabliſſement d'air par l'élévation de l'eau au deſſus du point *E;* mais on doit ſentir auſſi de quelle importance il eſt en pareil cas d'avoir égard au degré de chaleur qui règne dans l'intérieur du vaiſſeau, car la condenſation ou la raréfaction dont l'air eſt très-ſuſceptible, peuvent varier beaucoup le volume qui reſte dans le tuyau & dans la carafe, & l'on ne ſçauroit bien juger de la quantité dont il diminue, quand on demeure incertain ſur ſon degré de denſité; c'eſt pour cette raiſon que j'ai placé un thermomètre dans la carafe même, afin de pouvoir remettre le tout à ſa première température par le moyen d'un bain que je faiſois avec de l'eau plus ou moins chaude dans le vaiſſeau *CD;* mais comme l'eau ne s'élève dans le tuyau que par le poids de l'atmoſphère qui pèſe en *A*, & que la force de cette preſſion eſt variable, j'ai eu ſoin d'obſerver la hauteur du baromètre en commençant, en

ſuivant & en finiſſant mes expériences; je n'ai point oublié d'entretenir auſſi l'eau du tuyau en équilibre avec elle-même, en obſervant que ſa ſurface fût toûjours autant élevée au deſſus de *A*, que la diminution de l'air lui permettoit de monter au deſſus de *E;* ſans cette précaution l'obſervation du baromètre ſeroit preſqu'inutile, la raiſon s'en préſente d'elle-même. Fig. 1.

Des Auteurs célèbres qui ont ingénieuſement emprunté de l'hydroſtatique des moyens pour meſurer des quantités d'air qu'ils s'étoient propoſé de connoître, n'ont fait dans la deſcription de leurs procédés aucune mention des égards qu'ils ont dû avoir au poids actuel de l'atmoſphère & aux différens degrés de chaud & de froid; auroient-ils omis ces attentions dont on ſent de reſte les conſéquences, & ſans leſquelles on ne pourroit compter qu'avec quelque défiance ſur les réſultats d'un grand nombre d'expériences nouvelles & intéreſſantes dont ils ont enrichi la Phyſique? j'aime mieux croire qu'ils ont oublié de le dire, que de leur reprocher de ne l'avoir point fait. Voici maintenant comment je conduiſis ces expériences, je prens pour exemple celle qui fut commencée le 13 Mai à 10 heures du ſoir, le mercure du baromètre étant à 28 pouces, & le thermomètre de la carafe à 15 degrés au deſſus du terme de la glace.

Le 14 à 10 heures du matin, ayant remis le bain du vaiſſeau *CD* à ſa première température, je trouvai que l'eau du tuyau s'étoit avancée de 7 lignes au deſſus du point *E;* cette aſcenſion oblique répondant à trois quarts de ligne d'élévation perpendiculaire, j'élevai l'eau d'autant au deſſus du point *A*, ce qui n'augmenta pas ſenſiblement les 7 lignes d'eau en *E*, & la hauteur du baromètre étant la même que le jour précédent, je jugeai qu'il y avoit équilibre entre l'atmoſphère qui peſoit en *A* & l'air intérieur du tuyau & de la carafe; je comptai donc que le volume d'eau qui s'étoit avancé au deſſus du point *E* exprimoit au juſte le volume d'air qui étoit rentré dans l'eau de la carafe.

Le même jour à 10 heures du ſoir, ayant obſervé les

mêmes choſes, je trouvai que le progrès de l'eau dans le tuyau étoit augmenté de 2 lignes, mais comme le baromètre étoit baiſſé de 2 lignes, je ſongeai à rétablir en *A* la preſſion de l'air qui étoit diminuée, par quelque choſe d'équivalent. La peſanteur ſpécifique du mercure étant à celle de l'eau comme 14 à 1, on peut compenſer par une colonne d'eau de 14 lignes, élevée perpendiculairement, une diminution dans le poids de l'atmoſphère, exprimée par une ligne d'abaiſſement du baromètre; j'ajoûtai donc 28 lignes d'eau en *A*, ce qui fit qu'au lieu de 2 lignes d'augmentation que j'avois aperçues au volume d'eau en *E*, j'en eus près de trois; le produit de 12 heures dans le jour, comparé à celui d'un temps égal pris dans la nuit, fut comme 3 à 7: je continuai ainſi les jours ſuivans ſoir & matin & aux mêmes heures.

Fig. 1.

Le 15 Mai au matin, toute correction faite, je comptai 6 lignes $\frac{1}{2}$ d'augmentation dans le volume d'eau au deſſus du point *E*, le ſoir du même jour 1 ligne $\frac{1}{2}$.

Le 16 au matin le baromètre étoit à 28 pouces 1 ligne, la preſſion en *A* étant donc plus grande que le jour où l'expérience avoit commencé, je retranchai cet excès en ôtant avec un ſiphon 14 lignes d'eau en *A*, & alors je comptai 6 lignes $\frac{1}{4}$ d'augmentation dans le volume d'eau en *E*; le ſoir du même jour j'eus 4 lignes d'augmentation.

Le 17 au matin j'en comptai 7 lignes $\frac{1}{2}$, le ſoir 3 lignes $\frac{1}{2}$.

Le 18 au matin 3 lignes $\frac{1}{4}$, le ſoir 2 lignes.

Le 19 au matin 3 lignes $\frac{1}{2}$, le ſoir 4 lignes $\frac{1}{2}$.

Le 20 au matin une ligne.

Le 21 & depuis, le volume d'eau en *E* n'a donné aucun ſigne d'augmentation.

Toutes ces quantités priſes enſemble donnent 51 lignes $\frac{1}{2}$, c'eſt-à-dire, 4 pouces 3 lignes $\frac{1}{2}$, qui expriment le volume d'air qui eſt rentré dans l'eau de la carafe avec laquelle je le comparai de la manière qui ſuit.

Ayant mis l'eau du tuyau en équilibre avec elle-même, & débouché la carafe par un trou fait avec un poinçon, je tirai de l'eau en *A* avec un chalumeau de verre* renflé par

* Fig. 2.

le milieu, jufqu'à ce qu'elle fut baiffée exactement au point *E*; Fig. 1.
cette quantité contenue dans le chalumeau étoit juftement le volume dont j'avois befoin, car le tuyau *AB* dont je me fuis fervi, étoit affez cylindrique dans toute fa longueur, je comparai donc ce volume d'eau avec celui de la carafe, & ils fe trouvèrent dans le rapport de $27\frac{1}{2}$ à 1.

L'expérience dont je viens de décrire la préparation & le procédé, ayant été répétée plufieurs fois me donna toûjours des réfultats differens les uns des autres, en prenant un milieu entre les extrêmes, voici ce que j'ai conclu.

1° L'eau que l'on a tenue dans le vuide ne reprend l'air qu'elle y a perdu qu'en cinq ou fix jours, c'eft-à-dire qu'après ce terme on ne voit pas qu'elle en reprenne davantage.

2° Pendant les trois ou quatre premiers jours elle en reprend en temps égaux des quantités à peu près égales, après quoi cet effet va toûjours en diminuant.

3° Toutes ces quantités d'air prifes enfemble & comparées au volume d'eau dans lequel elles font reçues, en font à peu près la trentième partie.

Cette quantité d'air contenue dans l'eau de rivière excède beaucoup, comme l'on voit, celle que M. Hales trouva dans l'eau de puits, où elle n'étoit, felon fon réfultat, que la cinquante-quatrième partie du volume total; cette différence vient-elle de celle des eaux? j'ai peine à le croire, l'expérience que j'en ai faite avec l'eau d'un puits fortifie mes doutes, & j'entrevois dans les procédés ce qui peut avoir rendu les fuccès de nos expériences fi peu femblables. C'eft par la diftillation que M. Hales extrait l'air des matières qui le contiennent, l'eau diftillée eft reçue dans un récipient plein d'eau froide à laquelle elle s'unit; n'eft-il pas plus que probable qu'elle y porte une partie de fon air, & que ce qu'il en refte entre la cornue & la furface de l'eau du récipient, n'eft qu'une partie de ce qui a été dégagé par la diftillation? Ce qu'il y a de certain, c'eft que dans l'expérience de M. Hales on voit une caufe qui peut diminuer la quantité apparente de l'air extrait de l'eau, au lieu que dans la mienne

rien ne tend à produire une ſemblable diminution, & l'on ne voit pas qu'il y ait rien à rabattre du réſultat : il y auroit plûtôt à ajoûter, ſi l'on ſuppoſoit, par exemple, que l'eau n'a pas perdu dans le vuide tout l'air qu'elle contenoit, ce qui mettroit encore une plus grande différence entre le réſultat de M. Hales & le mien. Je reviens maintenant à la queſtion qui fait l'objet principal de ce Mémoire.

S'il y a dans une rivière trente parties d'eau contre une d'air, il n'eſt guère probable que ce dernier fluide ſoit le principal véhicule du ſon qui s'y tranſmet : pour être en droit de lui attribuer cette fonction, il faudroit avoir recours à des hypothèſes qui ſouffriroient de grandes difficultés, & qu'il eſt inutile de prévenir ici par des raiſonnemens, parce que l'expérience m'ayant appris que cela n'eſt point, je ſuis diſpenſé d'examiner ſi cela peut être.

L'air n'eſt point néceſſaire à la tranſmiſſion des ſons dans l'eau, il n'en eſt point par conſéquent la cauſe principale ſi l'eau épuiſée d'air n'en eſt pas moins propre à tranſmettre les ſons, & ſi les ſons qu'elle tranſmet n'en paroiſſent pas plus affoiblis. Pour m'aſſurer de ce fait je me diſpoſai à placer des ſons dans l'eau purgée d'air, ne voyant pas de moyens d'y placer l'organe de l'ouïe, ce que j'euſſe préféré ſans doute; mais comme je voulois faire cette épreuve aſſez en grand pour rendre les effets bien ſenſibles, au cas qu'il y en eût de nouveaux, j'appliquai à la machine du vuide en pluſieurs fois environ 36 pintes d'eau de la Seine, en me ſervant de la préparation que je vais décrire.

Fig. 3. *AB* eſt un vaiſſeau de verre capable de contenir environ 13 pintes d'eau, il eſt terminé haut & bas par deux parties cylindriques ouvertes de toute leur longueur & garnies de deux couvercles de cuivre bien cimentez; le fond de celui qui eſt en *A*, eſt percé de deux trous, dont l'un reçoit le tuyau *C*, & l'autre par où l'on emplit le vaſe, ſe ferme avec un bouchon à vis qui preſſe une rondelle de cuir gras; au fond du couvercle *B* eſt ſoudé un tuyau garni d'un robinet, & ce tuyau aboutit au fond d'un grand ſceau ou bacquet cylindrique

cylindrique de bois qui a environ un pied de diamètre & 14 pouces de hauteur; le vaiſſeau de verre eſt porté ſur un trépied bien ſolide, il communique par le tuyau *C* avec le récipient d'une machine pneumatique auquel il eſt maſtiqué comme au fond du couvercle *A*, & de crainte qu'en faiſant agir la pompe le mouvement ne dérange cet aſſemblage & ne faſſe rompre le tuyau qui eſt de verre, on arrête ſolidement le trépied & la machine pneumatique ſur un même plan, de manière que l'une ne puiſſe ſe déplacer ſans l'autre. Fig. 3.

Tout étant ainſi diſpoſé, j'ai mis 12 pintes d'eau qui avoit bouilli, & qui avoit encore 35 degrés de chaleur, dans le vaiſſeau *AB* que j'ai bien fermé enſuite avec ſon bouchon, & j'ai fait agir la pompe; lorſque les bouillons furent paſſez & que je n'aperçus plus de bulles d'air s'élever, je débouchai le vaiſſeau, j'ouvris le robinet du tuyau de décharge, & l'eau paſſa dans le bacquet: cette opération ayant été réitérée encore deux fois de ſuite, j'eus en dix heures de temps 36 pintes d'eau purgée d'air, qui n'avoit que 18 degrés de chaleur.

Ce n'eſt pas ſeulement pour opérer avec plus de commodité que je fis paſſer par un tuyau l'eau du vaſe *AB* dans un bacquet, cette attention me parut bonne pour empêcher que l'eau ne fût diviſée, comme elle l'auroit été ſi je l'euſſe verſée ou laiſſé tomber, & qu'en repaſſant ainſi dans l'air avec beaucoup de ſurface elle n'en reprît une partie; je dois dire auſſi que la ſuperficie intérieure du bacquet avoit été mouillée pour empêcher que l'eau en s'élevant du fond, n'enfermât une couche d'air entr'elle & les parois.

Si l'on ſe rappelle maintenant ce que j'ai conſtaté par une expérience rapportée ci-deſſus, qu'il faut cinq ou ſix jours pour faire reprendre à l'eau l'air qu'on lui a ôté, on conviendra ſans doute qu'au moment où j'ai mis en épreuve les 36 pintes d'eau, on pouvoit les regarder comme purgées d'air, à moins qu'on ne voulût ſuppoſer que l'eau ne perd dans le vuide que la moindre partie de ſon air, ce qui n'eſt

pas probable, 1° parce qu'aucun autre procédé ne dégage de l'eau une plus grande quantité d'air; 2° en considérant ces particules d'air comme autant de petits ressorts tendus par le poids de l'atmosphère ou par la viscosité de l'eau, on doit concevoir qu'ils se développent & s'étendent quand l'une & l'autre de ces deux causes ne subsistent plus; la première cesse sans contredit par l'action de la pompe, & l'on ne voit pas que la seconde doive avoir grande force quand l'eau déjà dilatée par la chaleur, se divise de mille manières différentes par des bouillons & des élancemens qui durent presqu'autant que l'opération.

Voyez la Figure 4. Pour placer commodément le son au milieu de cette eau purgée d'air, je fixai sur une plaque de plomb un peu épaisse un petit réveil dont j'ai coûtume de me servir pour les expériences des corps sonores dans le vuide; j'attachai par-dessus un petit récipient de machine pneumatique, & je suspendis le tout à une ficelle pour le faire plonger perpendiculairement dans le bacquet, de façon que le récipient & ce qu'il renfermoit, se trouvoient de toutes parts environnez de 4 pouces d'eau pour le moins.

Dès la première immersion la question que je cherchois à résoudre fut décidée, j'entendis fort bien le bruit du réveil, & s'il y avoit quelque différence entre le son communiqué par l'eau purgée d'air & celui qu'on entend par une eau ordinaire, ce ne pouvoit être que du plus au moins, voici ce que je fis pour m'en assurer.

Dans un autre bacquet semblable au précédent je mis 36 pintes d'eau de la Seine à qui je fis prendre une température semblable à celle de l'eau purgée d'air, je fis plonger par une personne intelligente, dans ces deux bacquets successivement, le récipient qui contenoit le réveil, de manière qu'à l'exception de la circonstance de l'air tout étoit égal de part & d'autre; mais quelqu'attention que j'apportasse il ne me fut pas possible de remarquer aucune différence dans les sons, soit que je les écoutasse de près, soit que je me tinsse éloigné des corps sonores, il me parut toûjours que je les

entendois de même à pareils degrés de proximité, & que je cessois de les entendre à des distances semblables.

Je répétai ces expériences la nuit pour jouir d'un plus grand calme, & pour n'avoir rien à craindre du préjugé je fis écouter ces sons comparez par des personnes qui ne sçavoient pas quel étoit mon objet, & qui n'étoient pas prévenues sur la différence des deux eaux; leur décision acheva de me convaincre, & je regardai comme une chose absolument décidée que l'air n'est point nécessaire dans l'eau pour la propagation des sons, & que sa présence n'y augmente point leur intensité.

Si ce n'est point par les parties de l'air que les sons se font entendre dans l'eau, c'est donc par celles de l'eau même qu'ils se propagent, car il est certain qu'on les y entend, & l'on ne voit rien autre chose dans le mélange de ces deux fluides à quoi l'on puisse attribuer cet effet; au reste pourquoi ne voudroit-on pas que l'eau pût transmettre les sons par elle-même, & sur quelle raison peut-on s'appuyer pour croire qu'elle en est incapable? La plus forte & la seule peut-être qu'on puisse apporter, c'est qu'elle paroît incompressible, & que si elle l'est en effet, elle ne peut point avoir de ressort, qualité que l'on a toûjours cru absolument nécessaire pour recevoir & pour transmettre cette espèce de mouvement qui est essentiel au son.

Mais l'incompressibilité qu'on attribue communément aux liqueurs doit-elle se prendre dans un sens absolu, & n'abuse-t-on pas de cette expression quand on l'emploie pour faire entendre qu'aucune force finie n'est capable de replier l'eau sur elle-même? L'Académie *del Cimento* l'essaya de plusieurs manières, elle fit agir le ressort de l'air, celui des vapeurs dilatées par le feu, le poids des fluides & la percussion; il est vrai qu'après toutes ces tentatives elle déclare qu'elle n'a jamais pû diminuer le volume de l'eau en la comprimant, quoiqu'elle ait fait agir des forces *mille fois peut-être plus grandes qu'il n'en faudroit pour condenser l'air trente fois plus qu'il ne l'est dans l'atmosphère.* Mais que

peut-on conclurre de là, ſinon que l'eau réſiſte à de très-grandes forces, & que celles qu'on a employées n'ont point été ſuffiſantes pour la condenſer ſenſiblement? on doit préſumer que les Académiciens de Florence n'ont rien voulu dire autre choſe, par ces paroles qu'on lit à la fin de l'article où ils rapportent ces expériences: « Nous ne pouvons pas » aſſurer, diſent-ils, ſi nous aurions pû parvenir enfin à com- » primer l'eau en répétant nos épreuves dans des vaiſſeaux plus » ſolides & avec des forces plus grandes. »

Boyle & quelques autres Phyſiciens ont tenté pareillement de comprimer l'eau dans des boîtes de métal bien fermées, ſur leſquelles ils ont fait effort pour tâcher de diminuer leur capacité. Il paroît à la vérité qu'ils ſe ſont trompez en prenant pour des ſignes de la compreſſion de l'eau ce qui ne devoit être attribué, ſelon toute apparence, qu'à la ductilité, ou bien au reſſort des matières ſolides qui la contenoient; mais on en peut toûjours tirer cette conſéquence, que des Auteurs d'une autorité conſidérable, bien loin d'admettre l'incompreſſibilité abſolue de l'eau, ont cherché & ont cru voir des marques certaines du contraire, ce qui prouve inconteſtablement que cette doctrine n'eſt point auſſi généralement reçue qu'on le pourroit croire, & qu'on peut la regarder comme un principe très-douteux ſur lequel on ne doit rien établir.

Tous les corps ſolides que l'on connoît, les os, les métaux, les pierres les plus dures, ſe condenſent ou changent de figure par compreſſion, la raiſon qu'on en donne & qui eſt bien plauſible, c'eſt que leur poroſité permet aux parties de ſe rapprocher, & qu'elles ont encore aſſez de mobilité reſpective pour ſe déplacer les unes à l'égard des autres. Une liqueur n'eſt qu'un aſſemblage de petits corps ſolides, & tout nous porte à croire que ces petites maſſes ſont poreuſes, puiſqu'elles ſe décompoſent & ſe diſſipent par l'action du feu, & que la liquidité d'une même matière augmente & diminue par les différens degrés de ténuité dont ſes molécules ſont ſuſceptibles. Pourquoi la même cauſe

(je veux dire la porosité) qui rend les grands corps compressibles, n'auroit-elle pas le même effet dans les petits? Il est vrai que la compressibilité doit décroître à mesure que les corps se divisent, & que leurs parties moins nombreuses laissent moins de vuides entr'elles; mais cette considération nous fait seulement apercevoir pourquoi les corps, toutes choses égales d'ailleurs, sont d'autant moins flexibles qu'ils sont plus petits, & par une conséquence naturelle on voit en même temps qu'une extrême ténuité, telle qu'on la doit admettre dans les parties des liquides, emporte avec elle un degré de roideur à l'épreuve des plus grandes forces, & que l'inflexibilité absolue ne peut convenir tout au plus qu'à des parties simples & primordiales à qui nous n'avons jamais affaire.

Au reste que les parties de l'eau soient compressibles & élastiques, comme il y a tout lieu de le croire, ou qu'elles se comportent dans la transmission des sons comme ne l'étant pas, on voit également pourquoi les corps sonores ne se font entendre que foiblement de l'air dans l'eau, car ce dernier fluide oppose aux vibrations de l'air plus de masse à mouvoir, ou des ressorts moins flexibles, & l'une ou l'autre de ces deux causes suffit pour affoiblir beaucoup, & même pour faire cesser entièrement cette espèce de mouvement en quoi consiste le son; car d'un côté si l'eau est un obstacle inflexible, l'air qui la pousse ne peut continuer ses vibrations qu'en la déplaçant, & l'on voit assez qu'un pareil déplacement ne peut se faire sans rallentir ou sans éteindre presqu'entièrement le mouvement du fluide qui le cause. D'un autre côté si l'eau est élastique, on ne peut nier que son ressort ne soit plus roide que celui de l'air, & l'expérience nous apprend que plus un ressort a de roideur, & plus ses vibrations sont fréquentes; dans cette dernière supposition l'air & l'eau ne peuvent donc pas faire & entretenir ensemble des vibrations isochrones, & l'on ne peut même les supposer rentrantes ou harmoniques qu'après des nombres fort grands,

ſi l'on en juge par la différence qu'il doit y avoir entre les reſſorts de ces deux fluides. C'eſt pour cette raiſon ſans doute que les ſons continus qui paſſent de l'air dans l'eau ſe font mieux entendre que ceux dont la durée eſt très-courte, comme le bruit d'un piſtolet, ſelon le réſultat de la ſeptième expérience; car puiſque l'eau ne peut recevoir par l'air que des ſecouſſes momentanées, & que les vibrations de l'un à l'autre milieu périſſent dans le premier inſtant par le peu d'analogie qui eſt entre ces fluides, le ſon qui eſt tranſmis, quand il n'eſt pas l'effet d'un mouvement entretenu quelque temps par le corps ſonore, ne fait ſur l'organe qu'une impreſſion très-foible, parce qu'elle dure très-peu.

On a vû par la ſixième expérience, & je m'en ſuis encore mieux aſſuré depuis, que le même ſon tranſmis dans l'eau s'entend preſqu'également à 4 ou à 18 pouces de profondeur; n'eſt-ce point une preuve que l'affoibliſſement des ſons ſe fait principalement à leur paſſage de l'air dans l'eau, & que quand ils ſont une fois tranſmis dans ce nouveau milieu ils n'y ſouffrent plus d'autre altération que celle qui convient à tout mouvement dont l'activité s'étend en forme de ſphère? N'en peut-on pas inférer auſſi que l'eau par rapport aux ſons qu'elle tranſmet, fait moins l'office d'un obſtacle que celui d'un milieu qui propage, car les affoibliſſemens qu'elle cauſe ne ſuivent point du tout la proportion des épaiſſeurs?

Mais ſi les ſons s'affoibliſſent en paſſant dans l'eau, parce qu'ils lui ſont communiquez par un fluide dont elle diffère trop par la denſité ou par le degré de reſſort, n'y ſeroient-ils pas plus forts ſi elle les recevoit immédiatement du corps ſonore? C'eſt une queſtion qui me parut intéreſſante par rapport à l'ouïe des poiſſons qui a été le premier objet de ce Mémoire, & ſur laquelle je voulus m'inſtruire par des expériences.

Je me plaçai dans une cuve de braſſeur où je pouvois avoir de l'eau au deſſus de la tête étant à genoux ſur le fond,

& je me plongeai entièrement avec deux cailloux que je tenois dans mes mains, & que je heurtai à plusieurs reprises l'un contre l'autre.

Le bruit de ces deux pierres me parut plus bref que dans l'air, mais d'une force qui étoit insupportable, je sentois sur tout le corps le frémissement imprimé à l'eau par le choc de ces deux corps durs, & à la tête une sorte d'ébranlement semblable à celui qu'on ressent lorsqu'on tient dans les dents un corps dur qui est heurté par un autre.

Je me servis ensuite de deux grosses clefs & d'une sonnette dont je distinguai parfaitement bien les sons, & je remarquai que plus les corps étoient sonores, moins leur impression étoit rude sur l'organe.

Lorsque je frappois un morceau de fer long de 10 pouces ou environ, que je soûtenois par le milieu, je sentois pendant un espace de temps assez sensible les vibrations que le choc lui faisoit faire.

Enfin ces différens sons se transmettoient fort bien de l'eau dans l'air, & quoiqu'ils fussent alors beaucoup plus foibles, cet affoiblissement ne croissoit pas comme l'épaisseur ou le volume d'eau qui couvroit le corps sonore; car lorsqu'on le tenoit à 8 ou à 15 pouces de profondeur, à peine les sons paroissoient-ils différer.

Ces dernières expériences font voir que l'affoiblissement des sons qui passent de l'air dans l'eau, n'est point une raison pour conclurre que les poissons soient sourds; car quand bien même ces animaux n'auroient pas l'organe de l'ouïe tel qu'il a coûtume d'être dans ceux qui vivent hors de l'eau, quand ils ne pourroient entendre que très-foiblement ou point du tout les sons qui naissent dans l'air & qui se transmettent dans leur élément, la Nature a pû mettre à profit à leur égard ce frémissement que l'on ressent sur tout le corps lorsque le son naît dans l'eau même dans laquelle on l'écoute. Il pourroit se faire que les vibrations des corps sonores placez dans l'eau se communiquant, comme l'expérience le

fait connoître, par les parties de l'eau même, fissent leur impression sur quelque partie destinée particulièrement à les ressentir & à les distinguer, & cette partie pourroit avoir toute autre conformation que celle d'une oreille, & être placée par-tout ailleurs qu'à l'endroit où l'on trouve cet organe dans les animaux terrestres. De cette manière les Poissons peuvent avoir un sentiment très-vif du bruit & des sons qui se passent dans le milieu qui leur est propre, & dont il leur importe le plus de connoître les différentes modifications.

DISSERTATION
SUR
L'ELECTRICITÉ
DES CORPS.

QUI a remporté le Prix au Jugement de l'Academie Royale des Belles Lettres, Sciences & Arts.

Par Monsieur DESAGULLIERS, de la Societé Royale de Londres, Chapelain de M. le Prince de Galles.

A BORDEAUX,
Chez PIERRE BRUN, Imprimeur-Aggregé de l'Academie Royale, ruë Saint Jâmes.

M. DCC. XLII.

AVEC PRIVILEGE DU ROY.

DISSERTATION
SUR
L'ELECTRICITÉ
DES CORPS.

L'ELECTRICITE' est une proprieté de certains Corps, par laquelle ils attirent & repoussent alternativement tous les petits Corps dont on les aproche ; & cela à des distances assez sensibles, depuis un quart de pouce jusqu'à deux ou trois pieds, & quelquefois plus loin.

Le premier Corps dans lequel on a observé cette vertu ou proprieté, étant l'Ambre, ou, *Electrum* des Latins, on lui a donné le nom d'*Electricité*, qu'on a retenu, quoiqu'une infinité d'autres Corps ayent la même vertu, comme toutes

ſortes de verres, les cryſtaux, les pierres précieuſes, les réſines, les ſoufres, quelques mineraux, les ſubſtances animales ſéches (les vegetaux) quoique rarement, mais jamais l'eau & les fluides aqueux, humides, & les métaux

L'Electricité, qui eſt inhérente dans pluſieurs Corps, ne ſe fait guére apercevoir, à moins qu'on ne leur donne un mouvement de vibration, en les frottant, ou par quelqu'autre action, pour en faire ſortir des *effluvia*, ou émanations.

Je diſtingue toutes ſortes de Corps, en *Corps électriques d'eux-mêmes*, & Corps *non électriques d'eux-mêmes*. Un Corps électrique par ſoi-même, eſt un Corps dans lequel on peut exciter l'Electricité par quelque action ſur ce Corps, chauffant, battant, ou quelquefois en l'expoſant ſeulement à un air froid & ſec, après qu'il a été couvert, &c. Le Corps *non électrique par ſoi-même*, ne peut être excité à l'Electricité par aucune action ſur le Corps même: Cependant les Corps non électriques *per ſe*, reçoivent l'Electricité, quand on en aproche des Electriques *per ſe*, dans leſquels on a excité l'Electricité. Pour qu'on s'aperçoive que les non-Electriques *per ſe*, ont reçû l'Electricité, il faut que ces Corps ſoient iſolez, c'eſt-à-dire, qu'ils ne ſoient ſuſpendus ou ſuportez que par des Electriques *per ſe*; car ſi un non-Electrique eſt touché par un autre non-Electrique, qui en touche un troiſiéme, & ainſi de ſuite, toute l'Electricité reçûë par le premier, ira au ſecond, & du ſecond au troiſiéme, & ainſi ſe perdra enfin ſur la terre. Mais ſi pluſieurs Corps-non électriques ſe touchant, ſont enfin terminez par des Corps électriques, à cet égard ils ne font qu'un même Corps, & reçoivent & retiennent pendant quelque tems l'Electricité.

Il y a plusieurs manieres de trouver quand les non-Electriques ont reçû l'Electricité (qu'on leur donne ordinairement en aprochant un Tuyau de verre excité par frottement d'une de leurs extrêmitez) En voici quelques-unes. Suposons qu'on ait suspendu horizontalement une barre de fer par deux fils de soye bien secs, & qu'on aproche à un des bouts de la barre, le Tuyau frotté, en présentant à l'autre bout de la barre, de la feüille d'or ou de cuivre, ou quelques autres petits Corps legers, sur un petit guéridon; ces Corps seront attirez & repoussez alternativement par la barre : de même aussi, si on aproche le visage, ou le bout du doigt de l'extrêmité de la barre, les émanations électriques, en sortant tout d'un coup, feront une piqueure fort sensible, un petit bruit de petillement, & produiront de la lumiere visible dans l'obscurité.

Un fil de lin fort délié d'environ un pied ou deux de longueur, suspendu par un petit bâton, étant aproché de la barre, en sera attiré sans en détruire l'Electricité qu'après quelque tems. Ce fil (que nous apellons *Fil d'épreuve*) sert à trouver quand la barre, ou tout autre Corps-non électrique a reçû de l'Electricité

Un Corps électrique *per se* ne reçoit pas cette vertu d'un autre Corps électrique excité, à moins qu'il ne soit devenu non-Electrique, ce qui arrive quand il devient humide; & alors on ne peut le rendre Electrique, que par communication : de sorte qu'un Corps électrique de soi-même, peut devenir non-électrique; de même qu'un Corps non-électrique de soi-même, peut devenir électrique.

Les Corps électriques dans lesquels il est très-difficile

d'exciter l'Electricité, peuvent être regardez comme non-Electriques, quand leur Electricité n'est pas excitée ; & alors ils sont dans le même état que les non-Electriques *per se*, recevant l'Electricité par communication de la même maniere.

Avant que d'aller plus loin, il est à propos de parler de la differente maniere dont l'Electricité agit, en s'élançant des Corps électriques *per se* dans lesquels elle est excitée, & de la maniere dont elle agit, quand elle est reçûë par communication dans les Corps non-électriques d'eux-mêmes.

Comme il y a une infinité de Corps électriques, qui agissent à peu près de la même maniere, quand on y a excité de l'Electricité, je ne parlerai ici que du Tuyau qu'on frotte à la main, renvoyant mon Lecteur pour l'énumération des autres Corps électriques, & de leur effet, au Livre de feu Mr. Hanhsbée, aux Transactions philosophiques de Londres, aux Memoires de l'Academie Royale des Sciences à Paris, & aux autres Auteurs qui ont écrit sur ce sujet.

Le Tuyau de verre dont on se sert ordinairement dans les Experiences électriques, doit avoir environ trois pieds ou trois pieds & demi de longueur, un pouce & demi de diamétre, & environ une ligne d'épaisseur, ouvert aux deux bouts, & quelquefois hermétiquement scellé au bout le plus éloigné de la main. Ces proportions ne sont pas nécessaires à la rigueur ; seulement cette grosseur est la plus convenable pour la main ; & quand l'épaisseur est moins d'une ligne, l'Electricité est plûtôt excitée par le frottement, mais elle ne dure pas si long-tems, que quand le Tuyau est plus épais.

On tient le bout ouvert du Tuyau (quand il y a un bout fermé) dans la main gauche, & on le frotte de haut en bas de la main droite plusieurs fois, tenant en sa main du papier ou du drap sec; mais la main seule vaut mieux, si elle est bien séche, ce qu'on trouve assez rarement. Il est bon de chauffer un peu le Tuyau au feu pour le sécher, avant que de commencer, mais absolument nécessaire de le faire quand il fait un tems humide, qui est le plus inconvenient pour ces Experiences. L'air sec & froid est le plus convenable : peu de frottement suffit alors, mais il en faut beaucoup, & l'Electricité ne dure guére quand il fait humide.

Pour sçavoir si on a assez frotté le Tuyau, & si l'Electricité est suffisamment excitée, il faut passer le bout des doigts en travers près du Tuyau, à la distance d'environ un demi-pouce, & on entendra petiller les émanations électriques, qui partant du Tuyau, frapent les doigts & rebondissent sur le Tuyau : Alors on est assuré que le Tuyau est en état de faire ses effets, & bien préparé pour les Experiences électriques; mais il ne faut pas oublier de frotter le Tuyau de nouveau (du moins une fois) après qu'on l'a fait petiller en passant les doigts tout près, parce qu'à l'endroit où les doigts ont passé, on a détruit l'Electricité du Tuyau. Si l'on fait passer les doigts en long, d'un bout du Tuyau à l'autre (toûjours sans le toucher) on entendra un petillement continu, comme des épines qui brûlent dans un feu éloigné. Si l'on obscurcit la chambre, on verra des étincelles de lumiere par tout où le Tuyau petille; & une lumiere aussi suit la main qui frotte le Tuyau.

QUELQUES EXPERIENCES DU TUYAU, qui suffisent à faire voir la maniere d'agir des Corps électriques per se.

Comme il faudroit un Volume entier, pour raconter toutes les Experiences électriques qu'on a fait, & les nouvelles qu'on fait tous les jours, je ne ferai mention ici que de quelques Experiences principales, qui serviront à expliquer les principes que j'établis, par lesquels on pourra toûjours deviner ce qui doit arriver à tout Corps qu'on excite à l'Electricité, ou qui reçoit cette vertu d'un Corps dans lequel elle a été excitée.

EXPERIENCE I.

Ayant mis sur un petit guéridon d'environ 7. ou 8. pouces de surface, de petits morceaux de feüille d'or ou de cuivre, ou quelques autres petits Corps legers, quand on en aproche le Tuyau frotté d'un pied ou deux de distance, ces petits Corps sont attirez & repoussez par le Tuyau alternativement pendant quelque tems; & quelquefois même sont repoussez du Tuyau après s'en être aprochez, sans l'avoir touché, & retournent vers le Tuyau, sans avoir touché le guéridon, après avoir été repoussez par le Tuyau, sautant & dansant avec une très-grande vîtesse.

EXPERIENCE II.

Ayant attaché une plume de duvet au haut d'une broche de bois de 6. ou 7. pouces de hauteur, fixée perpendiculairement à un pied, quand on en aproche le Tuyau ex-

cité, toutes les fibres de la plume s'étendent vers le Tuyau; mais d'abord qu'on éloigne le Tuyau, elles se rebroussent & s'apliquent fortement à la broche. Si on aproche le doigt de la plume, quand le Tuyau en attire les fibres, le doigt les repousse; mais d'abord qu'on éloigne le Tuyau, le doigt les attire. Si on couvre la plume d'un récipient de verre, (tel que ceux qui servent à la machine Pneumatique) bien sec, le Tuyau attire la plume de la même maniere au travers du verre: & tout de même aussi quand on l'a vuidé d'air par la machine Pneumatique, quand on frotte le Tuyau près du récipient, soit qu'il soit plein d'air ou vuide, les fibres de la plume suivent le mouvement de la main le long du Tuyau, se haussant & baissant sur leur broche.

EXPERIENCE III.

Sans se servir de Tuyau, si on frotte le récipient qui couvre la plume, des deux mains, les fibres de la plume s'étendront vers le verre, comme les rayons d'une sphere. Si l'on ne frotte que d'une main, les fibres tendront vers l'endroit frotté; & après en souflant contre le verre, ces mêmes fibres seront repoussées, nonobstant l'interposition du verre; ce qui arrive aussi quand on frape l'air de la main vers la plume, sans toucher le récipent.

EXPERIENCE IV.

Ayant frotté le Tuyau, si quelque assistant lâche une plume de duvet dans l'air, à un pied ou deux du Tuyau, la plume s'aprochera du Tuyau par un mouvement accéleré,

& s'attachera au Tuyau pendant quelque tems, ensuite elle en sera repoussée tout d'un coup & voltigera dans l'air; de maniere que plus on en aprochera le Tuyau, plus elle sera repoussée, jusqu'à ce qu'elle ait touché quelqu'autre Corps; & alors elle sera derechef attirée par le Tuyau qui la chassera de nouveau après quelque tems. Quelquefois en tenant le doigt à 8. ou 10. pouces du Tuyau, la plume s'élancera du Tuyau au doigt, & du doigt au Tuyau, 30 ou 40 fois de suite.

EXPERIENCE V.

Ayant suspendu à un cordon horizontal (de quelque espece qu'il soit) un fil de soye bien sec, de trois pieds de long, au bout d'en-bas duquel on a attaché une petite plume; & y ayant, à la distance de deux ou trois pieds, suspendu aussi une autre plume (mais avec un fil de lin) le Tuyau frotté attirera la premiere plume, mais après quelque tems la repoussera toutes les fois que l'on l'en aproche, à moins qu'on ne la touche de quelqu'autre Corps, comme dans la quatriéme Experience; & alors elle sera attirée de nouveau. Mais la plume qui pend au fil de lin, ne sera jamais repoussée par le Tuyau qui l'attirera toujours. *N.ª*. Si on moüille le fil de soye, la plume qui y est jointe, ne sera plus repoussée, mais toûjours attirée par le Tuyau.

EXPERIENCE VI.

En aprochant le Tuyau excité du visage, on sent les émanations électriques, comme de petits poils qui frapent les yeux & les joües, & qui attirent les poils des sourcils, & font un petillement.

EXPER.

EXPERIENCE VII.

Si l'on se sert d'un Tuyau hermétiquement scellé à un bout avec une virole de cuivre à vis à l'autre bout, pour pomper l'air du Tuyau; en frottant ce Tuyau quand il est vuide d'air, il n'attire plus ni ne donne de la lumiere extérieurement; mais il donne beaucoup plus de lumiere en dedans.

Si on laisse r'entrer l'air lentement à mesure qu'on frotte le Tuyau, cette lumiere diminuë, & etant interrompuë par l'air à mesure qu'il entre, ressemble à des éclairs éloignez, jusqu'à ce qu'enfin il n'y ait plus de lumiere en dedans; ensuite de quoi, elle paroît toute en dehors, & l'attraction retourne.

EXPERIENCE VIII.

Si l'on met sur le guéridon de la premiere Experience, deux petites planches quarrées (d'environ 9. pouces de long, 6. de largeur & de 8. lignes d'épaisseur) de bout sur leurs côtez, érigées parallelement, & à la distance de 6. pouces, de petits morceaux de feüille d'or étant sur le guéridon entre ces planches; quand on aproche le Tuyau frotté, la feüille d'or n'est point attirée, jusqu'à ce que le Tuyau soit tenu entre les deux planchettes, aussi près du guéridon que la moitié dès la distance des planchettes; c'est-à-dire, quand le Tuyau est tellement placé, qu'un cercle décrit autour de l'axe du Tuyau, avec la distance qui est entre cet axe & guéridon, passe entre les planchettes sans les toucher; mais quand le Tuyau étant tenu horizontalement à la distance

d'un pied du guéridon, semble n'avoir aucune vertu, la feüille d'or n'ayant aucun mouvement; si quelque assistant ôte tout d'un coup les planchettes, les morceaux de feüille d'or seront attirez & repoussez plusieurs fois, sans un nouveau frottement du Tuyau.

EXPERIENCE IX.

Quand l'air est bien sec, & que le Tuyau frotté peut attirer jusqu'à la distance de trois pieds, ou au-delà, les morceaux de feüille d'or de dessus un petit guéridon; si on met de la même feüille d'or sur une table ou quelque surface large, il faut aprocher le Tuyau tout près, pour qu'il fasse son effet.

EXPERIENCE X.

Quand l'air est humide, l'Experience quatriéme ne réüssit pas bien; car après que la plume dans l'air a été quelque tems chassée par le Tuyau, elle revient d'elle-même au Tuyau, sans avoir touché un autre Corps; & quelquefois après avoir adhéré au Tuyau vers le milieu, elle s'en sépare, & revient immédiatement s'apliquer au Tuyau vers l'extrêmité la plus éloignée de la main: De même aussi, quand il fait fort sec, & que le Tuyau repousse la plume, après l'avoir attirée, à la distance de deux ou trois pieds, on n'a qu'à moüiller le haut bout du Tuyau la longueur de six ou huit pouces, & la plume viendra s'apliquer à cet endroit du Tuyau, sans avoir touché aucun autre Corps.

EXPERIENCE XI.

Ayant rempli d'eau un petit verre à boire d'environ un

pouce de diamétre, quand on en aproche le Tuyau frotté, l'eau s'éleve au bord du verre comme un petite montagne, quelquefois sautant vers le Tuyau en petit jet d'eau si fin, qu'on a de la peine à le voir, quoiqu'on en trouve le Tuyau tout humecté. On observe aussi que l'eau qui s'est accumulée en petit cone, dont l'axe quelquefois tend horizontalement vers le Tuyau, petille & puis retombe, s'aplatissant sur le reste de l'eau. Dans l'obscurité, une petite flâme ou plûtôt un petit éclair de lumiere accompagne le petillement.

EXPERIENCE XII.

Si l'on fait joüer d'une fontaine artificielle un petit jet d'eau, d'environ un quart de ligne de diamétre, de bas en haut, ou de haut en bas; quand on en aproche le Tuyau frotté, le jet se courbe vers le Tuyau à la distance d'un pied; & si l'on aproche le Tuyau plus près, le jet étant tout emporté par le Tuyau, se change en rosée sur le Tuyau, c'est-à-dire, s'aplique au Tuyau en petites gouttes, pourvû que le jet n'ait pas trop de force de jaillir.

QUELQUES EXPERIENCES REMARQUABLES des effets de l'Electricité communiquée aux Corps non-électriques d'eux-mêmes.

EXPERIENCE XIII.

Ayant étendu horizontalement une ficelle ou une cordelette de chanvre jusqu'à douze cens pieds, à un bout de laquelle étoit suspenduë une boule d'yvoire, d'environ un

pouce & demi de diamétre ; cette boule a attiré & repoussé de la feüille d'or, quand on a aproché le Tuyau frotté de l'autre bout de la cordelette : on peut aussi aprocher le fil d'épreuve de la boule qui en sera attiré.

Na. Il faut que tous les suports de cette cordelette soyent des Corps électriques *per se*, soit des cordes de poil, des boyaux ou cordes de violon, des rubans ou fils de soye, des tuyaux de verre, des Corps de soufre ou de résine, &c. & tous ces Corps bien secs.

Nous apellerons ci-après, le non-Electrique étendu en long, qui reçoit l'Electricité, le *Conducteur* d'Electricité; & les Corps sur lesquels il repose, ou par lesquels il est suspendu, les *Suporteurs* du Conducteur, &c.

EXPERIENCE XIV.

Si l'on moüille le conducteur d'Electricité, l'Experience en réüssira mieux ; mais il faut prendre bien garde de ne pas moüiller les suporteurs : car le moindre des suporteurs, par exemple le premier, étant moüillé, devient non-électrique, & par là conduit l'Electricité au Corps qui le touche, & de là à la terre où elle se perd, n'avançant pas plus loin sur le conducteur. Si l'on examine les suporteurs par le moyen du fil d'épreuve, on les trouvera électriques environ à 5. ou 6. pouces de chaque côté du conducteur ; plus ou moins loin du conducteur, selon que l'air est plus ou moins humide, les conducteurs étant comme soulez en peu d'espace de lElectricité communicative.

EXPERIENCE XV.

Si au lieu d'étendre le conducteur en long, on le fait aller & venir sur les suporteurs plusieurs fois en lignes paralleles, pourvû qu'elles soient assez loin (environ à trois pieds) l'une de l'autre, l'Electricité communiquée fera autant de chemin en allant & venant, & donnera la même vertu à la bale suspenduë à l'extrêmité du conducteur.

EXPERIENCE XVI.

Si le conducteur est disposé en étoile, la vertu électrique se fera apercevoir à toutes les pointes. Par exemple, si le conducteur étant étendu du premier suport jusqu'à 40. pieds, est ensuite divisé en cinq branches de 20. pieds de long chacune, separées en étoiles, avec une boule à l'extrêmité de chacune; en aprochant le Tuyau frotté du commencement du conducteur, on trouvera par des fils d'épreuve, que toutes les boules auront reçû l'Electricité en même tems.

EXPERIENCE XVII.

Ayant suporté ou suspendu par des Corps électriques, une barre de fer de 9. pieds de long, qui avoit trois branches terminées en pointe, à la distance de deux pieds l'une de l'autre, l'Electricité communiquée par le Tuyau à l'autre bout, s'est fait sentir en même tems à la jouë de trois personnes qui se sont aprochées des trois pointes, par un petillement, une piqueure & une petite flâme de feu vûë dans l'obscurité.

EXPERIENCE XVIII.

Ayant suspendu un homme horizontalement, comme dans la posture de nager, par deux cordes de poil, il devient conducteur de l'Electricité. Celle qu'il reçoit par l'aproche du Tuyau frotté, apliqué près de la plante de ses pieds, lui fait attirer fortement le fil d'épreuve & la feüille d'or avec sa tête & ses mains, & assez foiblement avec ses jambes, & presque point avec ses pieds. Mais quand on aproche le Tuyau de sa tête, ses pieds alors attirent fortement. Si cet homme aproche le doigt du visage de quelque assistant, il en sort de la lumiere, & il se fait un petillement, & tous les deux sentent une piqueure : De même aussi, si quelqu'un passe la main près des bras ou des jambes du suspendu, ils sentiront tous deux la même piqueure ; & si l'on passe une barre de fer prés de celui qui est suspendu, il entendra le petillement & sentira la piqueure. Ce qu'il y a de remarquable, est, que si celui qui est suspendu a un habit de drap qui ne soit pas moüillé, on ne sentira point de piqueure en passant la main près de l'habit, & le fil d'épreuve n'en sera que foiblement, & quelquefois point, attiré. *Na*. Un autre animal suspendu fait le même effet.

EXPERIENCE XIX.

L'Electricité reçûë par le conducteur, s'avance d'un bout à l'autre en une espece de tourbillon cylindre, comme on voit par l'Experience qui suit. Ayant fait passer une ficelle conductrice d'Electricité au milieu d'un cercle de bois placé

verticalement ſur un recipient de verre, ſon plan étant à angles droits avec la ficelle; en aprochant le Tuyau frotté de la ficelle, non-ſeulement la boule à ſon extrêmité eſt devenuë électrique, mais auſſi tout le cercle qui étoit à ſix pieds de la boule; car il attiroit le fil d'épreuve tout autour.

EXPERIENCE XX.

Ayant ſuſpendu une fontaine artificielle (qui jouë par la compreſſion de l'air) par des cordes de violon, & ayant ouvert le robinet pour en faire jouër le jet, ſoit horizontalement ou obliquement ou verticalement ou de haut en bas; ſi on aproche le Tuyau frotté du corps de la fontaine, l'Electricité ſe communiquera à tout le jet, qui alors attirera le fil d'épreuve par toute ſa longueur, devenant conducteur d'Electricité.

EXPERIENCE XXI.

Si l'on ſuſpend deux ou trois barres de fer dans la même ligne horizontale, à la diſtance de ſix pouces l'une de l'autre, l'Electricité communiquée par le Tuyau frotté au bout d'une des barres, paſſera de l'une à l'autre juſqu'à l'extrêmité de la derniere barre où on ſentira de la piqueure, entendra du petillement, & verra de la flâme. Si l'air eſt ſec, l'Electricité ſautera d'une barre à l'autre encore plus loin; mais s'il fait humide, il ne faut pas que les barres ſoient éloignées l'une de l'autre plus d'un pouce.

EXPERIENCE XXII.

Ayant ſuſpendu par une corde de violon une branche

d'arbre, qui avoit environ quatre ou cinq cens feüilles, en aprochant le Tuyau frotté, toutes les feüilles ont attiré le fil d'épreuve : Ensuite ayant étendu une grosse corde, de cette branche à une autre, suspenduë de la même maniere à trente pieds de distance ; l'aproche du Tuyau frotté a donné de l'Electricité aux deux branches également : Ensuite en mettant un petit fil de lin fort délié, au lieu de de la corde d'une branche à l'autre, l'Electricité s'est communiquée aussi facilement qu'auparavant.

EXPERIENCE XXIII.

Quand on a joint les deux branches par un fil de soye blanche, de la même grosseur que le fil de lin, l'Electricité n'a pas du tout été conduite d'une branche à l'autre ; mais ayant moüillé cette soye d'un bout à l'autre, elle a conduit l'Electricité aussi-bien que l'autre fil.

EXPERIENCE XXIV.

Ayant mêlé de la cire jaune avec huit fois la quantité de résine pour en empêcher la fragilité, & ayant jetté le tout fondu dans un moule, s'élargissant de bas en haut, d'environ dix pouces de diamétre, & trois pouces de profondeur ; on fait de ces matieres un gâteau, qui étant tiré du moule après qu'il est refroidi, paroît être un Corps électrique *per se*, qui attire le fil d'épreuve après qu'on l'a chauffé, frotté, ou battu de la main, & quelquefois même sans qu'on fasse rien au gâteau, que l'exposer à l'air. Si l'on met ce gâteau à terre, & qu'un homme se tienne dessus, étendant ses bras horizontalement, l'aplication du

Tuyau

Tuyau frotté à l'une de ses mains, remplira tout le corps de l'homme d'Electricité ; mais cette vertu sera la plus sensible à la partie la plus éloignée, qui est la main oposée, de laquelle un assistant aprochant son visage, sentira la piqueure, verra la flâme, & entendra le petillement ; la piqueure se fait sentir en même tems à la main de l'homme électrique. Si un autre homme se tenant sur un autre gâteau de résine (ou un gâteau de soufre, ou de toute autre matiere électrique *per se*) à la distance de 30. pieds du premier, tient en main le bout d'une ficelle, ou de quelqu'autre cordon non-électrique, dont le premier tient l'autre bout ; l'Electricité qu'on donne au premier par le Tuyau frotté, se communique au second, qui la fait sentir à ceux qui s'aprochent de sa main la plus éloignée du Tuyau. Mais si on laisse descendre le moindre petit fil de lin de la ficelle, ou des habits d'un de ces hommes, jusqu'à toucher la terre, l'Electricité ne passe point au-delà de ce fil, mais coulant en bas à cet endroit-là, se perd sur la terre. S'il y avoit une cinquantaine d'hommes se tenant sur autant de gâteaux électriques, se communiquant l'un à l'autre par leurs mains, ou par quelques Corps non-électriques, le dernier sera fortement imprégné de l'Electricité que le Tuyau frotté donne au premier. *N^a*. On en a fait l'épreuve avec une douzaine de personnes ; & on ne sçait à quel nombre pourroit s'étendre cette Electricité communiquée.

Les Corps électriques, pendant qu'ils sont dans l'état d'Electricité, ne peuvent recevoir d'Electricité communiquée (ou n'en reçoivent que très-peu à leurs extrêmitez) du Tuyau ou d'autres Electriques *per se* frottez, & ne peu-

vent devenir conducteurs d'Electricité. Mais il eſt facile de les changer en non-Electriques; & alors ils deviennent conducteurs d'Electricité comme les autres.

Les Experiences ſuivantes font voir comment les Electriques deviennent non-Electriques.

EXPERIENCE XXV.

Ayant ſuſpendu horizontalement par des ſoyes ſéches, un Tuyau de verre de 5. ou 6. pieds de long, auſſi bien ſec, au bout duquel eſt attachée une boule d'yvoire, on ne peut pas donner d'Electricité à la boule, en apliquant le Tuyau frotté à l'autre bout du Tuyau ſuſpendu; mais d'abord qu'on moüille le Tuyau ſuſpendu d'un bout à l'autre avec une éponge, ce Tuyau conduit l'Electricité, & la boule d'yvoire attire.

EXPERIENCE XXVI.

Comme on a fait voir que l'Electricité conduite, ſaute d'un Corps non-électrique à un autre, il n'eſt pas néceſſaire que l'humidité du Tuyau ſuſpendu ſoit continuë; car après avoir bien ſéché le Tuyau, ſi on le ſuſpend de nouveau, & qu'on trouve qu'il ne reçoit plus d'Electricité, on n'a qu'à ſoufler dedans, & l'humidité du ſoufle le rend non-électrique; & de-là, il reçoit & conduit l'Electricité, la boule d'voire agiſſant ſur les petits Corps comme auparavant. Ce changement d'Electrique en non-Electrique arrive quelquefois par le ſeul changement de l'air, quand de ſec il devient bien humide.

EXPERIENCE XXVII.

Ayant étendu une ficelle de 20. pieds de longueur, conductrice d'Electricité, ſur trois ſuports électriques, dont celui du milieu étoit un bâton de cire d'Eſpagne, l'Electricité reçûë du Tuyau frotté, apliqué à un bout du conducteur, a paru à la boule ſuſpenduë à l'autre bout; quand au lieu de la boule, on a ſuſpendu le bâton de cire qui avoit ſervi de ſuport au conducteur, le fil d'épreuve n'a point été attiré par la cire ſuſpenduë, excepté au bout d'en-haut joint à la ficelle; mais d'abord qu'on a moüillé la cire, elle a attiré fortement le fil d'épreuve dans toute ſa longueur. Enſuite en remettant la balle dans ſa place, & la cire moüillée dans la ſienne, pour ſuport de conducteur, l'Electricité communiquée s'eſt arrêtée à la cire, & n'a pas paſſé plus loin, juſqu'à ce qu'on l'ait ſéchée.

Il y a des Corps qu'on prendroit pour non-électriques *per ſe*, parce que toutes les fois qu'on les ſuſpend par des Electriques, ils reçoivent (& deviennent conducteurs) de l'Electricité du Tuyau excité; mais en les ſéchant bien au feu, les frottant bien fort, on peut les rendre électriques. Ces Corps & ceux qui d'une Electricité très-forte, ſont devenus non-électriques par l'humidité, reçoivent bien l'Electricité du Tuyau frotté, & la conduiſent à leurs extrêmitez, mais en plus petite quantité, & ne l'accumulent pas ſi fort que les non-Electriques *per ſe*. De-là vient qu'on voit moins de lumiere au bout d'une barre de bois, qu'au bout d'une barre de fer, & qu'on ne ſent preſque point de piqueure au bout de la premiere, quoique les deux ayent

reçû leur Electricité du même Tuyau.

On s'étoit imaginé que les ſubſtances animales étoient électriques, & que les vegétables ne l'étoient point; parce qu'on a preſque toûjours réüſſi en ſe ſervant des ſubſtances animales pour les ſuporteurs, & de vegétables pour les conducteurs, de l'Electricité; mais ce qu'il y a de vrai dans cette ſupoſition, vient ſeulement de ce que les ſoyes, les cordes de violon, cordes de laine & cordes de poil ou de crins de cheval, ſont des ſubſtances fort ſéches, & les vegétaux ſont ordinairement humides : Car on n'a qu'à moüiller ces ſubſtances animales, & elles deviennent toutes non-électriques, ne ſervant plus comme ſuports des conducteurs d'Electricité, mais peuvent la recevoir & la conduire. De même auſſi la ficelle dont on ſe ſert ordinairement pour conduire l'Electricité fort loin, quand elle a été enduite de colle, & qu'elle eſt bien ſéche, ne reçoit plus l'Electricité, juſqu'à ce qu'on la moüille pour la faire devenir non-électrique. Un homme ou quelqu'autre animal ſur un gâteau de réſine, ou ſuſpendu par des cordes de crin ou de ſoye, eſt toujours non-électrique; mais n'eſt tel, que parce qu'il a toûjours de l'humidité : & ſi les habits n'en ont pas, ils ſont électriques *d'eux-mêmes*, & ainſi ne petillent pas. *Voyez l'Experience XVIII.*

Quand on conſidere les differentes circonſtances de pluſieurs Experiences électriques, il ſemble y avoir une eſpece de caprice, ou quelque choſe qu'on ne peut réduire à aucune regle dans ces phénomênes. Car quelquefois une Experience qu'on a fait pluſieurs fois ſucceſſivement, tout d'un coup ne réüſſit pas, ou a un ſuccès tout contraire,

quoique les circonstances semblent être les mêmes. Mais j'espere que les conclusions que j'ai tiré de la considera-tion de plusieurs Experiences principales, sont si generales, qu'elles pourront servir de regles, pour expliquer toute la bizarerie qui semble accompagner les Experiences électriques, & prédire sûrement ce qui doit arriver dans toutes les aproches & combinaisons des Corps à l'égard de lElectricité excitée ou reçûë. Avant que de donner des exemples de l'explication des plus remarquables phénomênes, il faut faire mention de quelques Experiences, desquelles entr'autres, on déduit deux autres propositions generales, qu'il faut ajoûter à ce que j'ai dit des Electriques *per se*, & des non Electriques *per se*, & de la maniere que les uns & les autres gagnent ou perdent de l'Electricité.

EXPERIENCE XXVIII.

Ayant suspendu horizontalement à deux fils de soye de quatre pieds de long, un petit Tuyau de verre bien sec, & un peu frotté; si on en aproche en long le grand Tuyau excité, il repousse le petit Tuyau, jusqu'à ce que ses soyes deviennent inclinées, de perpendiculaires qu'elles étoient auparavant. Après cela ayant moüillé le petit Tuyau, quand on en aproche le grand Tuyau frotté, il en est attiré jusqu'à faire éloigner ses fils de la perpendiculaire, tout autant vers le Tuyau attirant. De cette Experience & plusieurs autres, on conclud que les Corps électriques *per se* excitez à l'Electricité, repoussent tous les autres Corps qui ont de l'Electricité, & les attirent d'abord qu'ils ont perdu leur Electricité.

EXPERIENCE XXIX.

Ayant ſuſpendu une plume de Duvet à un fil de ſoye, comme dans l'Experience V. de la cire d'Eſpagne bien frottée, fait le même effet que le Tuyau, mais plus foiblement, attirant la plume, & quand une fois elle s'eſt ſeparée de la cire, la cire la repouſſe continuellement, juſqu'à ce que la plume ait touché un autre Corps. Mais ce qu'il y a de different ici, c'eſt que quand la plume eſt dans un état de répulſion à l'égard de la cire, le Tuyau frotté l'attire ; & quand le Tuyau a donné à la plume ſon état de répulſion, alors la cire frottée l'attire : ce qui fait voir que l'Electricité du verre eſt differente de l'Electricité de la cire. Le feu M. du Fay, Intendant des Jardins du Roy à Paris, a été le premier qui ait obſervé qu'il y a deux ſortes d'Electricitez, & dans un Memoire où il en parle, il fait voir la maniere de trouver quelle ſorte d'Electricité apartient à quelque Corps électrique que ce ſoit.

Pour faire voir l'utilité des regles, loix on principes d'Electricité, on n'a qu'à s'en ſervir pour expliquer les circonſtances bizarres de quelques Experiences, comme par exemple.

1°. Pourquoi ne ſent-on pas une piqueure ſur les yeux en aprochant le Tuyau frotté du viſage, puiſque le bout des doigts d'un homme rendu électrique, ou d'une barre de fer renduë électrique, fait ſentir au viſage qu'on en aproche, une piqueure très-ſenſible ?

Réponſe. Parce que les émanations électriques venant du Tuyau au viſage, ne ſont que celles qui partent de l'en-

droit du Tuyau qu'on en aproche ; au lieu que la barre donne des émanations accumulées de l'Electricité qu'elle a reçû de toute sa longueur & du Tuyau à plusieurs reprises.

2°. D'où vient que la plume, qui ayant été attirée par le Tuyau, s'en sépare, en est toûjours repoussée, jusqu'à ce qu'elle ait touché un autre Corps.

Réponse. Parce que les Electriques se repoussent les uns les autres. La plume donc, d'abord qu'elle a été imprégnée de l'Electricité du Tuyau, en est chassée, ce qui continuë toûjours pendant qu'elle garde son Electricité, laquelle elle perd d'abord qu'elle touche à un autre Corps; & alors étant redevenuë non électrique, le Tuyau l'attire de nouveau : & recevant ainsi alternativement de l'Electricité, & la perdant, elle saute plusieurs fois du Tuyau au doigt. *Voyez l'Experience IV.*

3°. D'où vient que cela n'arrive pas quand l'air est humide ?

Réponse. Parce que la plume étant devenuë électrique, attire les particules humides qui nagent dans l'air, & par là perdant son Electricité, est derechef attirée par le Tuyau. Le Tuyau aussi à l'endroit qui a été le moins frotté, perd son Electricité par les particules humides qu'il attire de l'air; & devenant non-électrique en cet endroit (comme quand on le moüille exprès (attire la plume, avant qu'elle ait perdu son Electricité.

4°. D'où vient qu'un conducteur d'Electricité quelquefois, sans rien changer, perd sa vertu, & cesse de conduire l'Electricité, quoiqu'on continuë de frotter le Tuyau à un de ses bouts ?

Réponse. Parce que quelqu'un des ſuports du conducteur a imbibé de l'humidité de l'air, par quoi il eſt devenu non-électrique. Cela m'eſt arrivé en me ſervant pour ſuport d'une liziere de chapeau, un jour qu'il faiſoit humide. Cette liziere ayant été chauffée, ſuportoit bien le conducteur; mais en une demi-heure ayant imbibé un peu d'humidité de l'air, elle arrêtoit le cours de l'Electricité. Quand on ſe ſert de Tuyaux de verre pour ſuports, cela arrive quelquefois ſi l'air eſt fort humide.

5°. D'où vient que la plume ſur la broche de l'Experience II. étend ſesfibres en les ſéparant par l'attraction du Tuyau, & que le doigt les repouſſe quand le Tuyau en eſt aproché; mais les attire quand on a ôté le Tuyau?

Réponſe. Les fibres de la plume s'étendent comme les rayons d'une ſphere, parce qu'étant devenus électriques, ils ſe repouſſent. Le doigt les repouſſe, parce qu'il reçoit de l'Electricité du Tuyau; mais quand on a éloigné le Tuyau, le doigt perd ſon Electricité, & alors il attire la plume qui eſt encore électrique.

6°. D'où vient que dans l'Experience VIII. & IX. le Tuyau frotté attire les morceaux de feüille d'or de beaucoup plus loin, quand on les met ſur un guéridon iſolé, que quand on les met ſur une table, ou quand on les renferme de deux côtez par des planchettes ſur le guéridon?

Réponſe. Parce que les émanations électriques s'élançant du Tuyau, retournent en cercle vers le Tuyau, & emportent avec ſoi tous les petits Corps non-électriques qu'ils trouvent en chemin à leur retour; mais ſi les Corps non-électriques ſont trop peſans pour être amenez vers le Tuyau, les

les émanations électriques s'y attachent, & coulant le long de ces Corps, se perdent quand ces Corps ne sont pas isolez ou terminez par des Electriques : mais quand ils le sont, l'Electricité s'accumule aux extrêmitez de ces Corps les plus éloignez du Tuyau. N[a]. Le Tuyau attire la plume couverte d'un verre, parce que les émanations électriques tout comme la lumiere (dont elles semblent participer) penétrent facilement les Corps électriques qui n'empêchent pas leur circulation.

Faute d'avoir des regles établies (c'est-à-dire, des principes déduits de l'Experience) par lesquelles on peut expliquer les phénomênes les plus bizarres, on s'est imaginé plusieurs proprietez de l'Electricité de certains Corps, qu'enfin l'Experience a réfuté ; comme par exemple, que les Corps de differentes couleurs recevoient plus ou moins d'Electricité ; ce qui venoit seulement de ce qu'ils étoient plus ou moins humides. On a aussi cru que de petits Corps électriques suspendus à des fils, circuloient autour d'une barre de fer posée sur un gâteau de résine, à la maniere des Planetes autour du Soleil ; ce qui n'est arrivé que de ce que celui qui faisoit l'Experience, avoit envie que la chose fût ainsi, & communiquoit ce mouvement sans y penser ; ce qui n'arrivoit point à un autre : & de même de plusieurs autres circonstances qui ne méritent pas qu'on en fasse mention.

Quoique je n'aye point essayé de deviner la cause de l'Electricité, ou son usage dans le monde physique, n'ayant point de phénomêne pour les établir suffisamment, j'espere d'avoir satisfait à ce que Messieurs de l'Academie peuvent

attendre ſur ce ſujet, en donnant des regles ou principes pour expliquer ou rendre raiſon des Experiences qu'on a fait juſqu'ici, & peut-être qu'on fera ci-après.

Cependant ſi on ſouhaite quelques conjectures, en voici.

Je m'imagine que les particules d'air pur ſont des Corps électriques toûjours dans l'état d'Electricité, & de l'Electricité vitrée.

1°. Parce que les particules d'aïr ſe repouſſent les unes les autres ſans ſe toucher. Des Experiences faites ſur la réſiſtance de l'aïr ont prouvé cette verité.

2°. Parce que quand l'air eſt ſec, le Tuyau frotté, ou ſeulement échauffé, élançant ſes émanations, l'air les renvoye vers le Tuyau, d'où elles s'élancent de nouveau, & continuent long-tems en vibration; ce qui continuë leur Electricité.

3°. Parce que la plume renduë électrique par le Tuyau, garde ſon Electricité très-long-tems dans l'air ſec; au lieu que quand l'air eſt humide, les particules d'humidité qui ſont non-électriques, rendent la plume & le Tuyau même non électriques en peu de tems.

Si la choſe eſt ainſi, il ſera facile de rendre raiſon de l'Experience qui ſuit.

EXPERIENCE XXX.

Feu M. Hauhsbée ayant pompé l'air d'une ſphere de verre, la fit tourner ſur ſon axe par le moyen d'une rouë avec une corde & poulie, & frottant ce globe de verre de la main pendant ſon mouvement, il y eut une grande lumiere tirant ſur le violet dans le verre, ſans aucune lu-

miere ou attraction en dehors du verre, comme il arrive quand on n'a pas ôté l'air. Ensuite en laissant rentrer l'air, la lumiere est interrompuë & diminuë peu à peu, jusqu'à ce qu'elle ne paroisse qu'extérieurement, ou elle est alors accompagnée d'attraction. Ne seroit-ce pas que l'air résistant en dehors, arrête les émanations électriques, qui vont où il y a le moins de résistance, puisque l'air, en rentrant, semble repousser ces émanations, qui ne vont plus en dedans quand tout l'air est rentré. Si la chose est ainsi (comme il paroît aussi par l'Experience VII.) la conjecture que l'air est électrique, ne seroit-elle pas prouvée ?

On trouve par plusieurs Experiences du Docteur Hales, dans sa Statique des Vegetaux, traduit par M. de Buffon, imprimé à Paris in 4°. 1735. que l'air est absorbé & perd son élasticité par le mélange des vapeurs sulphurées ; de sorte que quatre pintes d'air sont réduites à trois. Ce phénomêne ne s'expliqueroit-il pas par la consideration de la different Electricité du soufre & de l'air ? Les particules du soufre étant électriques, se repoussent les unes les autres, & celles de l'air tout de même : mais l'air étant d'une Electricité vitrée, & le soufre d'une Electricité résineuse, les particules de l'air attirent celles du soufre, & le composé devenant non-électrique, perd sa force répulsive.

On a assez long-tems cru, que les vapeurs d'eau qui s'élevent dans l'air pour former les nuages, s'élevoient, parce que l'eau qui est specifiquement plus pesante que l'air, étant formée en petites bulles remplies d'un air plus subtil, devenoit plus leger que l'air ambient, & ainsi montoit en vapeur comme de la fumée : Mais on est revenu de cette

opinion, laquelle aussi je crois qui est entierement refutée dans les Transactions philosophiques de Londres. Ce phénomène ne dépendroit-il point de l'Electricité de l'air de cette maniere ? L'air qui voltige sur la surface de l'eau, est électrique, & d'autant plus qu'il fait plus de chaud : de la même maniere que les parties aqueuses sautent vers le Tuyau, ces particules ne sauteroient-elles pas vers les particules d'air, qui ont beaucoup plus de gravité specifique que les plus petites particules d'eau ? Ensuite l'air dans son mouvement ayant emporté les particules d'eau, les chassant d'abord qu'il les a rendus électriques, elles se repoussent les unes les autres, ce que font aussi les particules d'air. De-là vient qu'un pouce cubique de vapeur est plus leger qu'un pouce cubique d'air ; ce qui n'arriveroit pas, si la vapeur étoit seulement emportée dans les interstices de l'air : car alors un pouce cubique d'air chargé de vapeur, seroit devenu plus pesant qu'un pouce d'air sec ; ce qui est contraire à l'Experience, qui nous fait voir par le Barométre, que l'air humide, ou plein de vapeurs, est toûjours plus leger que l'air sec.

Serò Sapiunt Phryges.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roy de France & de Navarre, A nos amez & feaux Conseillers les Gens tenans nos Cours de Parlemens, Maîtres des Requêtes ordinaire de notre Hôtel, Baillifs, Senéchaux, Juges, leurs Lieutenans, & tous autres nos Officiers & Justiciers qu'il appartiendra : SALUT. Notre très-cher & bien amé Cousin LE CARDINAL DE POLIGNAC, Protecteur de l'Academie des Belles Lettres, Sciences & Arts, établie à Bordeaux par Lettres Patentes du feu Roy notre très-honoré Seigneur & Bisayeul, données à Fontainebleau le cinq Septembre 1712. Nous a remontré que plusieurs Membres de cette Academie avoient composé divers Ouvrages, sur les matieres qui font l'objet de leurs occupations, lesquels Elle souhaitteroit de donner au Public, Nous suppliant de vouloir accorder à ladite Academie toutes Lettres & Privileges nécessaires pour faire imprimer, vendre & débiter par tel Libraire qu'Elle choisira, tous & tels Ouvrages qu'Elle aura approuvez. A CES CAUSES, voulant témoigner notre bienveillance à notredit Cousin le Cardinal de Polignac, & procurer à ladite Academie en Corps, & à chaque Academicien en particulier, toutes les facilitez & tous les moyens qui peuvent contribuer à rendre leur travail utile au Public, Nous lui avons permis & accordé, permettons & accordons par nos Presentes Lettres, de faire imprimer, vendre & débiter en tous les Lieux de notre Royaume, par tel Libraire qu'Elle jugera à propos de choisir, en telle forme, marge & caractere, & autant de fois que bon lui semblera, *les Remarques & Observations journalieres, & les Rélations annuelles de ce qui aura été fait dans les Assemblées de ladite Academie, & generalement tout ce qu'elle voudra faire paroître en son nom*, pendant le tems & espace de douze années consecutives, à compter du jour de la date des Presentes : Faisons deffenses à toutes sortes de personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangere, dans aucun lieu de notre Obéïssance ; comme aussi à tous Libraires, Imprimeurs, & autres que celui que ladite Academie aura choisi, d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire les differens Ouvrages, tant en Vers qu'en Prose, composez par ladite Academie des Belles Lettres, Sciences & Arts de notre Ville de Bordeaux, en tout ni en partie, ni d'en faire aucuns Extraits, sous quelque prétexte d'augmentation, correction, changement de Titre, même en feüilles separées, ou autrement, sans la permission expresse, ou par écrit de ladite Academie, ou de ceux qui auront droit d'Elle, à peine de confiscation des Exemplaires & Pieces contrefaites, & *de six mille livres d'amende* contre chacun des Contrevenans, dont un tiers à

Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu du lieu, & l'autre tiers à ladite Academie; à la charge que ces Presentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelle; que l'impression desdits Ouvrages sera faite dans notre Royaume, & non ailleurs; que notredite Academie de notre Ville de Bordeaux se conformera en tout aux Reglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10. Avril 1725. & qu'avant de les exposer en vente, les Manuscrits ou Imprimez qui auront servi de copie à l'impression desdits Ouvrages, seront remis dans le même état, avec les Approbations & Certificats qui en auront été donnez par ladite Academie Royale, ès mains de notre très-cher & feal Chevalier, Chancelier de France, le sieur Daguesseau, Commandeur de nos Ordres, & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires en notre Bibliotéque publique; un en celle de notre Château du Louvre, & un en celle de notre très-cher & féal Chevalier Chancelier de France le sieur Daguesseau, Commandeur de nos Ordres; le tout à peine de nullité des Presentes; du contenu desquelles, vous mandons & enjoignons de faire joüir ladite Academie de notre Ville de Bordeaux, ou ceux qui auront droit d'Elle, & ses ayans cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie desdites Presentes, qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin desdits Ouvrages, soit tenuë pour dûëment signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amez feaux Conseillers-Secretaires, foi soit ajoûtée comme à l'Original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent, de faire pour l'execution d'icelles, tous Actes requis & nécessaires, sans demander autre permission; & ce, nonobstant Clameur de Haro, Chartre Normande, & Lettres à ce contraires. CAR tel est notre plaisir. Donné à Paris le premier jour de May, l'an de grace mil sept cens trente-huit, & de notre Regne le vingt-troisiéme. Par le Roy en son Conseil. Et scellé. *Signé*, ROMIEU.

Registré sur le Registre dix de la Chambre Royale & Sindicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 44. fol. 40. conformement au Reglement de 1723. qui fait deffenses Art. 4. à toutes personnes, de quelque qualité qu'elles soient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre & débiter, & faire afficher aucuns Livres pour les vendre en leurs noms, soit qu'ils s'en disent les Auteurs, ou autrement; & à la charge de fournir à ladite Chambre Royale & Sindicale huit Exemplaires prescrits par l'Art. 108. du même Reglement. A Paris, le 16. May 1738. Signé, *LANGLOIS, Sindic.*

L'Academie Royale des Sciences de Bordeaux, par Déliberation du 27. Juillet 1738. a cedé le present Privilege au Sieur PIERRE BRUN, Imprimeur-Aggregé de ladite Academie. *Signé*, SARRAUT, Secretaire.

LIBRO PRIMO

Dell' Elettricismo Artificiale.

CAPO I.

Nel quale I. si accenna, come si ecciti l'Elettricismo ne' corpi elettrici per origine, II. come si ecciti ne' corpi elettrici per comunicazione, III. si sperimenta con tutte le combinazioni possibili tralla catena, e macchina elettrica, IV. si prova la universale diffusione del vapore elettrico ne' corpi elettrici per comunicazione, e la possibilità di accrescerne, o scemarne in essi corpi la quantità naturale; V. donde si scoprono due differenti specie di Elettricismo altro per eccesso, altro per difetto di vapore elettrico, VI. e si prova, che universalmente tutti li segni elettrici sono prodotti dal vapore elettrico, mentre si diffonde da' corpi, ne' quali sovrabbonda, ne' corpi, ne' quali è rispettivamente mancante.

1. E Cosa notissima, dirsi Elettrico quel corpo, che può acquistare una forza passaggera di attirare a se li corpi leggeri, di scintillare, di far sentire una specie di venticello al rovescio della mano, che si avvicini alla superficie di lui.

2. E questi fenomeni, inquantochè avvengono in esso corpo, costituiscono l'elettricismo di lui; inquantochè ne indicano a chi gli osserva, essere esso corpo attualmeute elettrico, si chiamano li segni elettrici.

3. Che sebbene qualunque elettricismo, e qualunque effetto di lui sia cosa in tutto naturale; non pertanto, perchè l'arte ne ha insegnato, come eccitare questo fenomeno, che la natura adopera in moltissimi usi, ho stimato di poterne distinguere due specie; ed altro nominarlo Elettricismo naturale, che pelle sole forze della natura senza opera nostra molti naturali effetti produce; altro artificiale, che noi coll' arte a nostro piacimento eccitiamo, e sforziamo a manifestarsi; e così intitolare questo primo Libro dell' Elettricismo artificiale.

4. Dunque l'arte di eccitare l'elettricismo in diversi corpi è di due sorte. In alcuni si eccita immediatamente con istroppicciarli, scaldarli, fonderli; in altri si eccita per mezzo della vicinanza de' primi. Li primi si dicono elettrici per origine; li secondi elettrici per comunicazione.

5. Di bel nuovo gli elettrici per origine sono di tre sorte. Alcuni si elettrizzano collo solo stroppicciamento, e sono le gemme, li vetri di ogni sorta, la porcellana, l' ambra, la gomma copal, la gomma lacca, l'asfalto, il colofonio, il mastice, la pece, la termentina, lo zolfo. Questi, dico, si stroppicciano, o colla mano nuda, ma ben asciutta, o colla mano armata d'una pelle monda, e morbida, od anco con un cuscinetto di pelle, avvertendo di prima indurire col mescolamento di polvere di mattoni, o di cenere stacciata que' corpi, che pella mollezza non soffrirebbono lo stroppicciamento; ed in tal guisa stroppicciati acquistano virtù, massimamente in tempo secco, di attirarne a se li piccioli corpicciuoli, osservati al bujo danno alcuna luce, e molti ancora fanno sentire alla mano il venticello elettrico (1).

6. Ma altri, per dare questi segni elettrici, vogliono prima essere scaldati, poi stroppicciati. Tali sono le pietre preziose, li

mar-

marmi, le vernici fine, li gufcj, o nicchj diverfi di mare, le pelli, o cuoj fecchi, li denti, le unghie, le corna, li peli di qualunque animale, le penne, e piume degli uccelli, li capelli dell' uomo, e qualunque lavoro fatto di pelo di quadrupede, o feta di baco, e qualunque lavoro fatto de' filamenti di qualunque pianta, come filo, tela, corda, carta ec.

7. Altri finalmente diventano elettrici (1) pella fola fufione. Si faccia liquefare o zolfo folo, od una parte di colofonio, e due di gomma lacca, od una parte di cera da figillare, ed una, o due parti di colofonio, o viceverfa una di colofonio, e due, o tre di cera da figillare. Quefto mifcuglio liquefatto fi verfi in un cucchiajo di ferro fitto in terra fino al fuo orlo, e fia la apertura di quefto cucchiajo di otto pollici, e la profondità di tre pollici circa. Il fegmento sferico, che formerà quefta materia raffreddata, ed indurita fi confervi involto in una carta bianca, e netta in un luogo afciuttiffimo; e pello fpazio di più mefi, anzi di un anno, e più detta materia conferverà la virtù di attirare li corpicciuoli. Pello zolfo farà meglio, fe liquefatto fi verfi, e confervi in un bicchiere di vetro conico col piede.

8. E quefti fono li corpi elettrici per origine, e le diverfe maniere onde fi elettrizzano. Chi ne defideraffe notizia più diffufa può confultare ciò, che oltre le cofe dette M. Du Fay ha comunicato negli atti dell'Accademia di Pariggi.

9. Sarebbe a dir vero pregio dell' opera formare una ferie di corpi originalmente elettrici regolata fecondo li diverfi gradi di forza, che in effi fi poffa eccitare. Ma nè tutti li corpi poffono affoggettirfi ad un' eguale ftroppicciamento, nè tutte le ftagioni, nè tutti li luoghi fono egualmente acconcj per eccitare tutta la forza elettrica in un corpo medefimo; onde ne fegue una fomma malagevolezza dell' imprefa. Per ora quefto ne infegna la efperienza; tra tutti li corpi originalmente elettrici effere il vetro quello, da cui fi eccita più comodamente la maffima forza elettrica. Ed io reftringerò le mie efperienze intorno

all' elettricismo eccitato nel vetro.

10. Nè m' arresterò in descrivere le diversissime macchine, che, affine di ottenere un continuo, e facile stroppicciamento del vetro, hanno oggidì inventato li Fisici. Non si confà questo al mio instituto.

11. Basti il sapere, che intenderò per macchina elettrica qualunque macchina, in cui possa ruotarsi intorno al suo asse un vetro sferico, o cilindrico. Questo vetro a cagione di brevità lo chiamerò il globo, e comprenderò sotto la voce di attinenze della macchina sì l' uomo od altro, che stroppiccia il globo, sì l' uomo, che fa girare il globo, sì ancora qualunque altro corpo, che tocchi la macchina, e che sia elettrico per comunicazione.

12. E li corpi elettrici per comunicazione (4) ecco quali sono: li metalli in primo luogo, e tutte le composizioni metalliche più d' ogni altro corpo divengono per comunicazione elettrici, poi gli animali, indi le piante, e finalmente li liquori, eccetto li pingui, ed oleaginosi.

13. Questi, dico, basterà, che si collochino in vicinanza del globo (4) con tal cautela però, che non tocchino, nè abbiano in vicinanza alcun corpo elettrico per comunicazione che comunichi col suolo, e sieno sostenuti unicamente da corpi elettrici per origine; e nello stroppicciarsi, ed elettrizarsi il globo, diverranno ancor essi elettrici ricevendo l' elettricismo dal vetro.

14. La operazione di situare li corpi elettrici per comunicazione sù corpi elettrici per origine, che non tocchino, nè abbiano in vicinanza alcun corpo elettrico per comunicazione, si dice isolare.

15. Ed in questa è d' uopo adoperare alcune cautele. Primieramente il corpo, che si isola, si dee collocare in tanta distanza da ogni corpo elettrico per comunicazione, che in tal distanza non possa attirare, o movere li minimi corpicciuoli.

16. Inoltre si dee esso corpo appoggiare, non sù qualunque, ma sù d' alcuni sceltissimi corpi elettrici per origine; imperciocchè mol-

molti corpi elettrici per origine hanno parti elettriche per comunicazione, anzi tutti li corpi elettrici per origine inumiditi divengono elettrici per comunicazione. Onde è ottima coſa l'adoperare corpi elettrici per origine, che ſieno maſſimamente omogenej, e poſſano colla maſſima facilità preſervarſi dall'umido. A tale uopo rieſcono aſſai bene, come l'eſperienza ne inſegna, la ſeta, il vetro, la lana, la pece, lo zolfo, il maſtice.

17. Per altro non uno ſolo, ma quanti ſi voglia corpi per comunicazione elettrici, comunque tra loro diverſi ſi poſſono iſolare, ſicchè ſieno gli uni agli altri contigui, che tutti potranno divenire nello ſteſſo tempo elettrici pello ſtroppicciamento del medeſimo globo, a cui uno d'eſſi ſia contiguo.

18. Ordinariamente ſi pratica di tendere una catena di ferro, o d'altro metallo, e ſoſtenerne un capo appiccato al muro con un filo, o cordone di ſeta, e l'altro capo ſoſpenderlo con ſimili cordoni in vicinanza del globo.

19. Riterremo noi il medeſimo nome, e chiameremo catena il corpo, o la ſerie de' corpi elettrizzabili per comunicazione, che tutti ſiano iſolati, ſicchè ciaſcuno ſia in contatto d'un altro, ed uno ſia in vicinanza del globo (4).

20. Ma poichè di paſſaggio abbiamo viſte le poche eſſenziali coſe, che appartengono all'eccitamento dell'elettriciſmo, veniamo toſto ad eſporre quali ſieno li fatti univerſali, (il che non ſo, che altri fin'ora abbia tentato) che ne riſultano dalle moltiſſime eſperienze, che pigliare ſi poſſono ſull'elettriciſmo, I. combinando in ogni poſſibile maniera l'iſolamento, e la comunicazione col ſuolo della catena, e della macchina, II. combinando in ogni poſſibile maniera lo ſtato de' corpi, tra quali ſi poſſano eccitare li ſegni elettrici. Imperciocchè queſta, cred'io, eſſere la vera, ed unica maniera di inveſtigare le naturali coſe. Sperimentare sù d'eſſe con ogni poſſibile combinazione, e ridurre a certi univerſali fatti le particolari eſperienze, dalla conſiderazione de' quali aſtrarre ſi poſſa la univerſale legge de' fenomeni. +

Mr. Dufay n'a t'il pas commencé a donner les faits generaux, et toute la 2e partie de son essai, n'est autre chose qu'une exposition des phenomenes generaux, tirés des experiences.

+ Ces voies, sur les quelles le R. P. s'applaudit, ont été celles de tous les vrays physiciens qui ont travaillé jusqu'à present sur cette matière.

21.

21. Dunque I. ſe e la macchina, (11) e la catena (19) comunica col ſuolo, (14) nè la macchina, nè la catena danno alcun ſegno elettrico (2) (*a*). +

22. II. Se e la macchina, e la catena, ſono iſolate (14) primieramente la catena dà alcuni pochi ſegni elettrici, (1), che ſucceſſivamente ſi indeboliſcono, ed in breve affatto ſi ſpengono. Poi, ſpenti li ſegni della catena, cominciano ad averſi li ſegni elettrici nella macchina, che ſimilmente preſto s'indeboliſcono, e mancano. Di bel nuovo ſpenti li ſegni nella macchina, ricominciano nella catena; e così ſempre alternativamente. #

23. III. Se è iſolata la catena, e la macchina comunica col ſuolo (14), la catena dà coſtantemente li ſegni elettrici, la macchina non ne dà alcuno.

24. IV. Se è iſolata la macchina, e comunica col ſuolo la catena, la macchina dà conſtantemente li ſegni elettrici, la catena non ne dà alcuno.

25. Ed in tutti queſti fatti parliamo de' ſegni elettrici, che o la

(*a*) Propongo a dirittura li fatti riſultanti da molte eſperienze individue con tutta la univerſalità, che hanno. In tanto però non ometto le determinazioni neceſſarie, dalle quali poſſa il Lettore conoſcere la individua maniera di tentare le particolari eſperienze. Vaglia per tutti l'eſempio di queſto fatto. Dico, che ſe la macchina, e la catena comunica col ſuolo, nè la macchina, nè la catena danno alcun ſegno elettrico. Ora cito il numero (14), dal quale può ſapere ognuno, come fare, che la catena, o macchina comunichi col ſuolo. Cito inoltre il numero 2., dal quale può intendere, come s'abbia a vedere, ſe un corpo dia, o non dia ſegni elettrici, prima preſentando corpicciuoli, per vedere ſe gli attira, poi avvicinando a quello per eſempio un dito, per vedere ſe ſcintilla, finalmente ſcorrendo longheſſo col roveſcio della mano, per eſplorarne il venticello elettrico. Sicchè tre vantaggi ho penſato di ottenere procedendo ſecondo queſto ſiſtema di fatti univerſali. Primieramente di riſparmiare parole, in ſecondo luogo di laſciare a chi legge il piacere di verificare da per ſe ſteſſo con molte particolari eſperienze, che può variare a piacimento, queſti fatti univerſali, e finalmente di dare a' principj, ſu quali ſi dovrà ragionare tutta la poſſibile eſtenſione.

+ dans l'exp. de Leyde, et la mach. et la chaine ont communication avec le plancher.

Cette pretendüe alternative me paroit bien chymerique.

la macchina, o la catena poſſono dare a corpi poſti ſul ſuolo, che loro ſi avvicinino.

26. V. Imperciocchè non mai una parte della macchina dà ſegno elettrico ad un' altra parte della macchina, nè mai una parte della catena dà ſegno elettrico riſpetto ad un' altra parte della catena. (*a*) (11., 19.) +

+ cela n'est pas toujours vray j'ay vu plus d'une fois une personne isolée tirer des étincelles d'une chaine qui luy communiquoit l'électricité.

27. VI. Bensì, ſe o la macchina, o la catena danno ſegni elettrici a corpi ſtranieri, ſi poſſono avere li ſegni medeſimi tra una parte della macchina, ed una parte della catena (*b*).

28. VII. Anzi ſi hanno li ſegni elettrici forti, e vivaci più che mai tra una parte della machina, ed una parte della catena, (11, 19) quando la macchina, e la catena ſono alternativamente elettriche (22).

29. VIII. Che, ſe ſi iſoli un corpo (e queſta è l' ultima combinazione poſſibile, che mi ſovvenga in queſta materia) (14) accanto alla macchina, od accanto alla catena (11, 19), ſicchè però non le tocchi, queſto potrà avere e dall' una, e dall' altra, qualunque volta ſieno attualmente elettrizzate, alcuni pochi ſegni elettrici (2); e dall' una, e dall' altra, queſti ſegni preſto finiranno di averſi, ed allora il detto corpo iſolato, che ha ricevuto la data

[*a*] Per eſempio ſi iſolino due uomini accanto alla catena, ed ambi la tocchino; ambi ne diverranno parti [19]: avvicininino a vicenda l' uno all' altro, de' fili od altri corpicciuoli, non nè avverrà alcun movimento; avvicinino a vicenda l'uno alle mani alla faccia dell'altro un dito ec., non vi ſaranno ſcintille; ſcorrano a vicenda col roveſcio della mano l'uno la mano la faccia ec. dell'altro, non ſentiranno il venticello elettrico. Lo ſteſſo ſi può fare riſpetto alla macchina.

(*b*) Per eſempio ſi iſoli una perſona di fianco tra la macchina, e la catena, e tocchi con una mano la catena, ed eſplorando coll'altra, come nella nota precedente, le diverſe parti della macchina ne avrà tutti li ſegni elettrici. Ma e queſto, e gli altri fatti chiarirò colle particolari eſperienze, quando da quelli avrò ricavati di queſte le univerſali ragioni, che allora non nè riuſcirà moleſta la lettura, poichè potrà ognuno in leggendole prevederne dalla univerſale Teorìa le particolari ragioni.

data quantità di segni elettrici potrà darne la stessa quantità ad un corpo posto sul suolo, che se gli avvicini, e non più. Dati, che gli abbia, potrà di bel nuovo riceverne un' egual numero, e di bel nuovo dargli ad un corpo posto sul suolo.

30. Di questi fatti il primo (21) è ad ognuno notissimo, il secondo (22), che serve a meraviglia a stabilire la teoria dell'elettricissimo da nessuno è stato avvertito +, il terzo (23) è il caso comune, secondo cui si è da principio cominciato ad esperimentare da' primi inventori della macchina elettrica, il quarto (24) è stato scoperto dal valoroso Fisico Inglese Gulielmo Vatson, che per altro ne ha assegnata una ragione falsa #, forse perchè non ha osservato l' elettrizzamento alternativo della macchina, e della catena da noi esposto nel fatto secondo, il quinto (26) da alcuni è stato in qualche particolare caso accennato confusamente. * in quanto alla catena, e pare, che potesse avere in vista questo fatto Beniamino Franclin, quando ha parlato dell' impossibilità, che ha una persona di elettrizzare se medesima, del sesto, settimo, ed ottavo (22, 28, 29) ne dà alcun esempio particolare Franclin medesimo. A me è paruta utilissima cosa lo esplorarli tutti colla possibile diligenza, e ridurgli in sistema, affine di raggiungerne col loro confronto alcuna universalissima ragione, o legge.

31. Certamente, che non si abbiano mai li segni elettrici tra l'una, e l'altra parte della macchina (26), nè mai si abbiano tra l'una, e l'altra parte della catena (26), ma si abbiano tra una parte della macchina, ed una parte della catena (27), è chiarissimo indicio, non esservi tra l'elettricismo della catena, e l'elettricismo della macchina quella medesimezza, che v'ha tra l' elettricismo di diverse parti della macchina, nè quella medesimezza, che v' ha tra l'elettricismo delle diverse parti della catena. ⊙

32. Ma a scorgere in individuo questa differenza sebbene possa bastare una matura riflessione de' fatti fin' ora provati, ho trovato altro più immediato indicio.

33. Sia la macchina o costantemente (24), od alternativamente

+ je n'en suis pas surpris, il pourroit bien se faire, qu'il ne se fut jamais vu qu'ailleurs qui avoient bien pour lui établis. Leur opinion

ceci est decidé bien cavalierement

* Ce 5e fait general, (qui n'est pas sans exception) a été vu, dit, accepté par tout le monde, et personne ne l'ignore depuis 15 ans.

⊙ j'ay deja remarqué que ces faits generaux ne sont pas sans exception, ce qui fait voir combien est peu fondée la reflexion que l'auteur fait icy, et la theorie qu'il veut établir en consequence. d'ailleurs quand ces faits seroient sans exception s'en suivroit il deux differentes manieres d'electricité?

te (22) elettrica. Presentate ad una qualunque parte di lei (sarà più sensibile il fenomeno, se si presenti ad una parte metallica, od animata) la punta di una spranghetta metallica alla distanza di un pollice, o più; e vedrete uscire da questa punta, ed indirizzarsi alla parte più vicina della macchina un fascetto d' innumerabili, minutissimi, tra loro divergenti raggj elettrici, che successivamente si suddividono, e scompaiono a proporzione, che più si slontanano da essa punta. Inoltre questo fascetto di luce elettrica lo sentirete accompagnato da uno stridore, o cigolamento, non dissimile dal cigolamento delle legna verdi poste sul fuoco.

34. Questo fascetto di luce fin' ora descritto a cagione di brevità d' indi in poi si nominerà il fiocco elettrico, lo stridore, con che esce esso fascetto, si dirà il cigolamento elettrico.

35. All' incontrario, se appiccarete la spranghetta medesima ad una qualunque parte della macchina comunque elettrica (22, 24), e ne presenterete alla punta di lei o la palma della mano, o qualunque corpo elettrizzabile per comunicazione, vedrete splendere alcuni punti del corpo, che presentate alla spranghetta, e vedrete adunarsi una tenue luce sulla punta della spranghetta medesima incomparabilmente più piccola del fiocco elettrico (33., 34).

36. Questa piccola luce d' indi in poi si nominerà la stelletta elettrica. (*a*)

37. Tutto l' opposto avviene per rispetto alla catena. La spranghetta, che presentata alla macchina (33) dà sempre il fiocco elettrico (34), presentata alla catena mostra sempre la stelletta elettrica.

38. E la spranghetta medesima, che annessa alla macchina (35) mostra la stelletta elettrica, annessa alla catena comunque elettrica (22, 23) dà sempre il fiocco elettrico. Non trovo alcuno, che abbia a dovere osservata la differenza, che per altro è

sensi-

(*a*) Si avverta, che unicamente per comodo do il nome di stelletta a questa luce, la quale peraltro ben' osservata rassomiglia ad un picciolissimo cono formato da' raggi cortissimi convergenti nella punta.

ſenſibiliſſima tra queſte due luci, che io diſtinguo col nome di fiocco, e ſtelletta elettrica (34, 36). Queſta differenza da me diligentemente avvertita mi conduce dirittamente a ſcorgere la unica univerſaliſſima ragione de'fatti di ſopra recati, e mi apre la ſtrada a ſcoprire ciò, che m'era propoſto, la circolazione dell'elettrico vapore, e le due differenti ſpecie di elettriciſmo.

39. Imperciocchè il fiocco elettrico, che ſcorre dalla ſpranghetta alla macchina o conſtantemente (24), od alternativamente (22) elettrica, o ſi oſſervi la ſucceſſiva divergenza, ſuddiviſione, e ſcolorimento de' raggj, che lo compongono, o ſi conſideri il piegamento di lui verſo i punti più vicini della macchina (33), certamente altro non è, che una corrente di elettrico vapore, (*a*) che dalla ſpranghetta alla macchina ſi propaga (*b*); e ſimilmente il fiocco elettrico, che eſce dalla ſpranghetta anneſſa alla catena comunque elettrica (22, 23), e ſi dirigge verſo i corpi ſtranieri, che comunicano col ſuolo (57), è una ſimile corrente, che ſi propaga dalla catena verſo eſſi corpi.

40. All'incontrario la ſtelletta lucida (36) della ſpranghetta anneſſa alla macchina (35), cui ſi preſenta un corpo ſtraniero è formata dal concorſo de' raggj elettrici, che dal corpo ſtraniero, ſi uniſcono in eſſa punta; e la ſtelletta lucida della ſpranghetta preſentata alla catena (37) altro non è, che il concorſo de' raggj elettrici, che dalla catena ſi diſperdono in eſſa punta come in corpo ſtraniero. (*c*)

41.

(*a*) Chiamo vapore elettrico il fluido, che ne' corpi elettrizzati ſcintilla, fa ſentire il venticello elettrico, forma il fiocco elettrico, o la ſtelletta elettrica, ritenendo il nome datoli da Newton lib. III. ottica, queſt. VIII.

(*b*) Queſta propoſizione, che il fiocco elettrico ſia una corrente di elettrico vapore, che ſi eſpande, e propaga dalla punta, ſu cui compare eſſo fiocco, nel corpo, a cui ſi dirigge, ſi dimoſtrerà ad evidenza, e diffuſamente, dove ſi parlerà della forza, che hanno le punte di diſperdere il vapore elettrico.

(*c*) Similmente queſte propoſizioni ſi dimoſtreranno indipendentemente da ogni altro principio colla immediata eſperienza nel luogo medeſimo, dove ſi parlerà ancora della forza, che hanno le punte di attirare l' elettrico vapore.

je ne pretend pas nier, que ce feu ne fut arrivé par le choc de la matiere Electrique effluente qui vient de la chaine a la pointe; c'est au contraire une verité tres Constante selon mes

41. Abbiamo dunque queſto principio, che più determinatamente ne diviſa la differenza dell'elettrizzamento della macchina dall'elettrizzamento della catena (31); che eſſendo comunque elettrizzata la macchina (22, 24) è eſſa in iſtato di ricevere da un corpo ſtraniero, ed eſſendo comunque elettrizzata la catena, (22, 23) è queſta in iſtato di compartire a'corpi ſtranieri una quantità di elettrico vapore (39, 40). +

42. Ma avvi altro fenomeno da oſſervare, che ancora più chiara luce pella ſpiegazione de' fatti ſopraccennati ne ſomminiſtra: Queſto è, che comunque ſieno diſpoſte la macchina, e la catena, o comunichino tutte e due col ſuolo, o ſieno tutte due iſolate, o l'una comunichi col ſuolo, e l'altra ſia iſolata (21, 22, 23, 24), conſeguentemente o v'abbia, o non v'abbia in una l'attuale elettriciſmo, ſempre però eſperimentandoſi al bujo, nell'atto che ſi ſtroppiccia il globo, ſi vede ſplendere il vapore elettrico tra le dita, di chi ſtropiccia il globo, ed il globo medeſimo, e tra'l globo, ed il fiocco delle fila metalliche, ſolito adattarſi a capo della catena; ſicchè alcune ſtellette elettriche (36) ſi vedono ſul globo nel luogo delle dita, ed altre ſimili ſtellette ſulle punte de' fili del fiocco metallico.

43. Ora l'attitudine, che ha la macchina di ricevere il vapore elettrico da' corpi ſtranieri (41), le ſtellette elettriche, che compajono ſul vetro verſo la eſtremità delle dita, che lo ſtropicciano (42), le ſimili ſtellette, che ſplendono ſulla punta de' fili del fiocco metallico, (42) e l'attitudine finalmente, che ha la catena di diſperdere il vapore elettrico ne' corpi ſtranieri (41), che altro indicano ſe non ſe ſcorrere il vapore elettrico, e propagarſi da' corpi ſtranieri nella macchina (39), dalla macchina pel corpo, che ſtroppiccia, eſpanderſi nel globo (40), dal globo nel fiocco delle file metalliche, e nella catena ſucceſſivamente propagarſi (40), e dalla catena eſpanderſi ne' corpi ſtranieri? (39). #

44. E la cagione, che determina queſto vapore a circolare nella ſuddetta maniera, altra certamente non è, che lo ſtroppic-

ciamento vicendevole della mano, o d'altro corpo, e del globo (5). Queſto determina alcun vapore, che dee trovarſi diffuſo nel corpo ſtroppicciante, a diffonderſi nel globo, e dal globo nella catena (43), ed in tanto la parte di vapore, che paſſa dal corpo ſtroppicciante nella catena, è ſupplita da altro vapore, che in eſſo corpo dalla macchina, e dal ſuolo ſi diffonde (43).

45. Onde ſi vede eſſere in tutti i corpi almeno in quelli, che ſono per comunicazione elettrici diffuſa una certa quantità di elettrico vapore (44).

46. Ed avere eſſo tal forza, per cui da' corpi, ne' quali è in maggiore quantità ad eguaglianza ſi ſpande ne' corpi, ne' quali è in quantità minore (*a*); per eſempio dal ſuolo, in cui è in tutta la intera naturale quantità, nella macchina, e nel corpo, che ſtroppiccia, da' quali corpi una parte della quantità naturale ſi toglie, accumulandoſi nella catena pello ſtroppicciamento del globo (40).

47. Non pertanto abbiamo viſto, che, ſe e la macchina, e la catena comunicano col ſuolo, il vapore fa bensì la ſolita circolazione (42); ma per altro non dà li ſegni elettrici (21); dunque la ſola circolazione del vapore elettrico per una ſerie di corpi contigui elettrizzabili per comunicazione (11, 19) non è la ſufficiente ragione, onde eſſi corpi dieno i ſegni elettrici a' corpi ſtranieri (*b*).

48

(*a*) Ne' corpi omogenei il vapore elettrico ſi dice diffuſo ad eguaglianza, quando la quantità in ciaſcuno d'eſſi diffuſa ha ragione di eguaglianza alla loro diverſa grandezza: ma, come vedremo ne' capi ſeguenti, i corpi eterogenei hanno forza di rattenere quantità diverſa di elettrico vapore ſotto grandezze eguali; onde in due corpi eterogenei A, e B il vapore elettrico ſi dirà diffuſo ad eguaglianza, quando la quantità diffuſa in A alla quantità diffuſa in B avrà la medeſima ragione, che il prodotto della grandezza di A moltiplicata pella forza, che hanno le parti di A di rattenerne maggiore, o minore quantità al prodotto della grandezza di B nella forza del medeſimo B. Se la quantità di A alla quantità di B abbia ragione maggiore de' detti riſpettivi prodotti, ſi dirà, che più di vapore è diffuſo in A, che in B.

(*b*) Poco dopo nel capo ſeguente ſi conferma con evidentiſſima eſperienza queſta propoſizione; imperciocchè annetteremo la catena alla macchina pneumatica poſta ſul ſuolo, e ſi ſcorgerà il vapore elettrico a ſcorrere pel voto, ſenza che la catena dia alcun ſegno elettrico.

48. Ma abbiamo viſto, che ſe ſi iſoli la catena, e la macchina, come è l'uſo, comunichi col ſuolo, la catena diventa atta a ſomminiſtrare a' corpi ſtranieri il vapore elettrico, ed i ſegni elettrici (41, 23); e ſi è pur viſto, che un corpo non diventa atto a dare del vapore elettrico all'altro, ſe non in quanto la quantità del vapore dell'uno ſia maggiore (ſalva la dovuta proporzione) della quantità del vapore dell'altro (46 *nota*); dunque la ragione ſufficiente, perchè la catena dia ſegni elettrici, qualora ella ſi iſola, e che in eſſa ſi arreſta, e ſi aggiunge al vapor naturale il vapore in lei traſportato dalla macchina (43).

49. Similmente abbiamo viſto, che ſe la macchina ſi iſoli, e la catena comunichi col ſuolo, la macchina diventa atta a ricevere da' corpi ſtranieri del vapore elettrico (41), e che inſieme ſi hanno in eſſa i ſegni elettrici (22., 24.): ma un corpo non acquiſta attitudine di ricevere dall'altro del vapore elettrico, ſe non in quanto la quantità del vapore di eſſo, che riceve, ſia minore della quantità del vapore di quello, che dà (46); dunque la ragione ſufficiente, per cui la macchina riceve del vapore elettrico da' corpi ſtranieri, qualora è iſolata, è, perchè allora a lei manca una parte di vapore, che le compete, quale non può pell'iſolamento ſupplirſi dal ſuolo, e che perciò è in iſtato di riceverne da' corpi ſtranieri, e sì ricevendone, di dare i ſegni elettrici.

50. Onde univerſalmente avvi ragione de' ſegni elettrici tra due corpi, in uno de' quali ſovrabbonda la quantità dell' elettrico vapore riſpetto alla quantità, che ne ha l'altro (46).

51. Tre dunque ſono i diverſi ſtati di un corpo riſpetto all' altro in quello, che riſguarda la quantità del vapore elettrico. Può averne quantità maggiore, o minore, od eguale alla quantità dell'altro (*a*), e nel primo caſo ſi dirà elettrico per eceſſo, nel ſecondo ſi dirà elettrico per difetto, nel terzo ſi nominerà corpo di vapore equilibrato.

52. E da' queſti principj analiticamente inveſtigati colla eſperienza

(*a*) Si veda la nota del num. 46.

rienza ne deriva tanto naturale ſpiegazione de' fatti tutti da principio eſpoſti, che l' univerſale conſentimento de' medeſimi colla teorìa, ſerve di nuova prova della teorìa medeſima.

53. Primieramente comunicando col ſuolo la macchina, e la catena, nè l'una, nè l'altra dà ſegni elettrici (23, I); perchè ſebbene circola il vapore dalla macchina nella catena, non per tanto la catena tanto ne diffonde nel ſuolo, quanto ne riceve dalla macchina (48), e la macchina tanto ne riceve dal ſuolo, quanto ne dà alla catena (48); onde ogni parte sì della catena, che della macchina ne ha continuamente la giuſta naturale quantità, e perciò non avvi ragione, che dieno i ſegni elettrici (50).

54. In ſecondo luogo ſe e la macchina, e la catena ſono iſolate, primieramente la catena dà pochi ſegni, che ceſſano, poi li dà la macchina, e di bel nuovo la catena, e così ſempre alternativamente (22 II); perchè in queſto caſo nella catena iſolata ſi accumula ſolamente la parte di vapore, che ſi può in eſſa diffondere dalla macchina (49), la quale ſi eſauriſce nel ricevere i pochi ſegni elettrici dalla catena medeſima (50), nè ſi ſuppliſce da altro vapore, che venga ſucceſſivamente dal ſuolo (49). Conſeguentemente, eſauſta così una parte di vapore della macchina, ſarà queſta in iſtato di riceverne da' corpi ſtranieri (50), e sì di dare i ſegni elettrici, che baſtino ad accumulare altro vapore nella catena, ed a renderne la quantità naturale a lei ſteſſa; onde dovrà finire l' elettriciſmo della macchina, e ricominciare nella catena, e così ſempre pelle iſteſſe ragioni [50].

55. In terzo luogo ſe è iſolata la catena, e la macchina comunica col ſuolo; la catena dà coſtantemente i ſegni elettrici, la macchina non ne dà alcuno; perchè nella catena ſi arreſta, e ſi accumula il vapore (48), che in lei paſſa dalla macchina, e che è coſtantemente ſupplito di nuovo vapore, che ſcorre dal ſuolo nella macchina; onde la catena dee poter dare e del vapore, ed i ſegni elettrici (50). Intanto la macchina riavendone ſempre dal ſuolo la quantità, che ne dà alla catena, ſi troverà ſempre nel ſuo

ſtato

ſtato naturale; onde nè riceverà altronde vapore elettrico, nè darà i ſegni elettrici (50).

56. In quarto luogo, ſe è iſolata la macchina, e la catena comunica col ſuolo, la macchina dà coſtantemente i ſegni elettrici, e non ne dà la catena (24, IV); perchè in queſto caſo la macchina può coſtantemente dare alla catena del vapore elettrico, che ha, giacchè la catena può coſtantemente diſperdere nel ſuolo appunto tanto, quanto ne riceve dalla macchina (49). Onde la macchina ſarà in un coſtante difetto, e potrà coſtantemente ricevere del vapore, e de' ſegni elettrici da' corpi ſtranieri, non potendo pell'iſolamento attirarne dal ſuolo (49); all'incontrario *la* catena diſperdendo continuamente quanto riceve avrà ſempre la quantità di vapore a ſe naturale (47).

57. Non mai una parte della macchina dà ſegno elettrico riſpetto ad un' altra parte della macchina, nè mai una parte della catena dà ſegno elettrico riſpetto ad un' altra parte della catena; (26, V) perchè non avvi ragione (50), che, o manchi piuttoſto in una, che in un' altra parte della macchina (11), o ſi accumuli piuttoſto in una, che in un' altra parte della catena (19); onde, ſe vengano ad avvicinarſi o due parti della macchina, ovvero due parti della catena, non ſaravvi ragione, perchè dall'una piuttoſto, che dall' altra eſca, ed in una piuttoſto, che nell' altra entri alcuna porzione di elettrico vapore (46); conſeguentemente non vi ſarà ragione, che tra eſſe ne riſultino i ſegni elettrici. (50)

58. Bensì, ſe o la macchina, o la catena danno ſegni elettrici a' corpi ſtranieri, ſi poſſono avere i ſegni medeſimi tra una parte della macchina, ed una parte della catena (27, VI); imperciocchè, ſe la macchina è elettrica, lo è per difetto, (54, 56) ed allora od è iſolata la catena, od è queſta elettrica per eccеſſo (54); conſeguentemente una parte della catena condotta in vicinanza d'una parte della macchina darà tanto elettrico vapore, e ſegni elettrici tanto vivaci, che per mezzo d'eſſi ſi diſtrugga il ſuo eccеſſo,

ceſſo, e ſuppliſca il difetto della macchina (46); o la catena non è iſolata, ed avrà il vapore a ſe naturale (56); ma non pertanto potrà dare parte di eſſo alla macchina, che è in iſtato di difetto (50). Similmente, ſe è elettrica la catena, lo è per eccelſo [54, 55], ed allora, o la macchina è iſolata (54), ed abbiamo il primo caſo di queſto numero, o la macchina non è iſolata, e non avrà che la quantità a ſe naturale (55); ma non pertanto potrà ricevere una parte dell'eceſſivo vapore della catena (50).

59. Dal che ancora ſi vede la ragione del fatto VII., che ſi abbiano i ſegni elettrici vivaci più che mai, quando la macchina, e la catena ſono alternativamente elettriche (28); imperciocchè in tal caſo la macchina ha di meno, la catena ha di più del vapor naturale (54); onde traſcorrerà dalla catena avvicinata alla macchina nella macchina medeſima una quantità di vapore proporzionale all'eceſſo dell'una, ed al difetto dell'altra, e ſi avranno ſegni alla detta quantità proporzionali (50); conſeguentemente piucchè mai vivaciſſimi; giacchè negli altri caſi li ſegni elettrici ſono proporzionali od al ſolo difetto del corpo, che dà (56); od al ſolo eceſſo di quello, che riceve. (55)

60. E finalmente con tutti queſti fatti a meraviglia conſente l'ottavo; che e la catena, e la macchina non danno che pochi ſegni elettrici ad un corpo iſolato, e che queſto altrettanti, e non più, può darne ad un corpo poſto ſul ſuolo; poi di bel nuovo riceverne una ſimile quantità, rendergli ad un corpo poſto ſul ſuolo, e così ſempre (29, VIII); imperciocchè, ſe ſi parla della catena, il vapore elettrico in eſſa accumulato (54, 55) fino a tanto ſi ſpanderà nel corpo iſolato, che in eſſo, come iſolato, ſe ne accumuli una ſimile quantità (54). Allora ſaranno egualmente elettrici per eceſſo e la catena, ed il detto corpo; onde non vi ſarà ragione, perchè ne eſca piuttoſto dalla catena, che dal corpo, od in quella piuttoſto, che in queſto ne entri (46); ma intanto il corpo iſolato ſarà divenuto elettrico per

ec-

eccesso rispetto a' corpi posti sul suolo (51), potrà dunque dare ad essi il suo eccesso (46), compartito il quale avrà il solo vapore a se naturale; onde sarà elettrico per difetto rispetto alla catena (51), e potrà di nuovo ricevere del vapore, e de' segni come prima (46, 50).

61. Il consentimento di tutti questi fatti tra di loro, e l'unità del principio, a cui si riducono, cioè, che ogni segno elettrico avvenga pel vapore, che da un corpo, in cui è in quantità maggiore si espande nell' altro, in cui è in minore quantità con vivacità de' segni proporzionale alla differenza, sebbene ponga fuora di dubbio la universale teoría sin' ora stabilita; non pertanto a cagione di maggiore evidenza tratterò ora delle particolarità de' diversi segni elettrici, e farò vedere, come tutte si adattino allo stesso universale principio. +

Quand jay etabli en 1746 les principes des effluences et affluences simultanées par des preuves de faits, et en supposant et disant meme que les affluences étoient provoquées et determinées par les effluences, par ce que considerant que l'Electricité du corps frotté devoit autant que le frottement et qu'il n'y avoit pas de fin a cela j'ay ete porté a croire que les affluences venoint remplacer la matiere des effluences; si l'Electricité en plus et en moins se pouvoit reduire a cela, je suis de bon accommodement, j'abandonnerois volontiers mes expressions pour prendre celles cy: mais ce nouveau systeme veut des Epuisements durables et subsistans dans les corps Electrisés en moins; et quoy qu'il soit forcé de reconnoitre des affluences comme on le peut voir en plusieurs endroits de ses ouvrages, il n'admet pas qu'elles soyent simultanées avec les effluences, et je ne puis abandonner ces chefs qui sont des [illegible]

CAPO II.

In cui ſi tratta de' ſegni dell' elettriciſmo in particolare, e ſi prova: i movimenti, che può cagionare l'elettriciſmo, I. ridurſi tutti a queſt' unico principio: che due corpi inegualmente elettrici ſi avvicinino con vivacità di moto proporzionale alla differenza del loro vapore elettrico; II. non dipendere eſſi dalla forza elaſtica del vapore elettrico, III. non dipendere dall' azione dell' aria; IV. non eſiſtere una materia elettrica affluente *da' corpi ſtranieri alla catena, od a' corpi elettrizzati alla catena; conſeguentemente non poterſi per eſſa ſpiegare l' accoſtamento de' corpicciuoli alla catena, o corpi elettrizzati alla catena. V. Ed inoltre ſi adatta al movimento di alcune macchinette il principio de' movimenti ſtabilito nel num. 1. VI. Finalmente ſi fa vedere con particolari ſperimenti, che le ſcintille, e venticello elettrico altro in ſe non ſono, che lo ſteſſo vapore elettrico, che dal corpo, che ne ha più, ſi eſpande nel corpo, che ne ha meno.*

62. APpendo un filo di refe umido alla catena elettrizzata; prendo tralle dita un filo ſimile, e ſtando ſul ſuolo preſento queſto a quello in certa diſtanza proporzionale alla intenſità dell' elettriciſmo. Ambi laſciano la loro direzione verticale, ambi egualmente ſi piegano, ed accoſtano l' un verſo l' altro. Lo ſteſſo avviene, ſe preſento un filo ad un filo appeſo alla macchina elettrizzata.

63. Cioè il filo appeſo alla catena è parte della catena (19); conſeguentemente elettrico per eccesso (48, 51), riſpetto al filo

on s'applaudit beaucoup dans cet ouvrage de la ~~date~~ che aver la quelle, le principe qu'on exposé cy dessus, explique les phénomènes: jugeons en par ce premier exemple. il y a plus de feu électrique dans le fil pendu a la chaine que dans celuy qu'on luy presente. l'un et l'autre s'approchent [illegible]

...et effet, car le fluide ne peut point passer du fil electrisé dans celuy qui ne l'est pas, qu'il n'ait un mouvement progressif, et ce mouv. doit operer une repulsion plustost qu'une attraction. il me semble que suivant mes principes le fait s'explique d'une maniere plus intelligible: le fil electrisé tend a s'epuiser par des emanations affluentes cela determine l'action de celuy des affluences simultanées le fil non electrisé qui se trouve en prise a ces emanations affluentes est emporté vers le fil electrisé et celuy cy fait luy même une partie du chemin par ce que ses rayons effluens au centre desquels il étoit en equilibre, trouvent plus de résistance dans l'air que dans le corps non electrisé il se porte du costé où il a moins de resistance. [illegible] que tout ce que j'ay [illegible] est confirmé et prouvé par l'experience voyez la 2e partie de mon essai.

che li presento, che non ha, che il vapore elettrico a se naturale, e così quello dando, questo ricevendo del vapore, che fa forza di diffondersi ad eguaglianza (46), egualmente, ed a vicenda si avvicinano (50).

64. Lo stesso avviene rispetto alla macchina, perchè avvi la stessa ragione; che come il filo della catena è elettrico per eccesso rispetto al filo, che li presento (48), così il filo, che presento alla macchina è elettrico per eccesso rispetto al filo appeso alla macchina (49); onde, come quelli, così questi debbono vicendevolmente, ed egualmente accostarsi (50, 63). +

65. Ma, se salgo su d' uno scanno, ed isolato tocco con una mano la catena, e coll'altra mano presento, come avanti, un filo al filo di lei, non avviene in essi alcun movimento; e lo stesso accade per rispetto alla macchina. (*a*) ‡

66. Perchè in questo caso essendo io isolato, e toccando con una mano la catena, diventiamo parte della catena ed io, ed il filo, che tengo nell' altra mano (19); onde avvi eguale eccessivo vapore e nel filo, che presento, e nel filo appeso alla catena (46, 48); e così non avvi ragione di movimento (50). ‡

67. Lo stesso avviene rispetto alla macchina; perchè i fili divengono egualmente elettrici per difetto (46, 49).

68. Ma, se mi isolo io su d' uno scanno, e tocco la macchina, e faccio, che un altro similmente si isoli su d' un altro scanno, e tocchi la catena, e ne presentiamo a vicenda un filo; ambi questi fili si avvicinano tra di loro, e con velocità maggiore, e da maggiore distanza, che non s' avvicinino ad un filo, che ne presenti una persona posta sul suolo.

69. Imperciocchè uno de' fili è parte della macchina (11), conseguentemente elettrico per difetto (49); l'altro è parte della

(*a*) Si avverta, che in questo sperimento il filo della catena, o macchina, ed il filo, che loro si presenta debbono essere presi di mezzo tralla catena, o macchina, ed il corpo di chi li presenta pella ragione, che si dirà poco dopo.

‡‡ le fait et l'explication sont egalement faux.

catena (19), conseguentemente elettrico per eccesso (48); quindi si ha la vivacità dell' avvicinamento proporzionale alla somma dell' eccesso, e del difetto, che è la intera differenza (46, 50); e perciò maggiore della vivacità, con che il filo della macchina si accosta al filo del suolo, perchè in questo caso la differenza dell' elettricismo è il solo difetto della macchina (49), e maggiore similmente della vivacità, con che il filo della catena si accosta al filo del suolo; perchè in questo caso la differenza dell' elettricismo è il solo eccesso della catena (48).

70. Che se le due persone, quella, che isolata, e toccando la macchina, e quella, che isolata, e toccando la catena si presentano i fili, comunichino tra di loro comunque per mezzo di qualunque corpo elettrizzabile per comunicazione, cessa in istante ogni movimento de' fili.

71. Perchè allora cessa la differenza dell' elettricismo: che il vapore eccessivo della catena facendo forza di diffondersi ad egualianza (46) ricorre pella comunicazione nella macchina a compensarne il difetto.

72. Nè solamente la direzione, e vivacità, ma ancora tutte le altre minutissime circostanze de' movimenti di questi fili a meraviglia cospirano colla teoría nostra; Imperciocchè in tutte le fin quì accennate esperienze, I. se l' elettricismo è assai intenso, i fili dopo accostatisi restano sospesi in un mutuo contatto; II. se l'elettricismo è meno intenso, ogni tanto si scostano per un piccolo intervallo, senza però arrivare alla loro naturale direzione, che tosto si ravvicinano.

73. Imperciocchè, se l' elettricismo sia assai intenso, il filo, che in qualunque de' detti casi ha meno di elettrico vapore, e che in tutti i detti casi lo disperde, si troverà continuamente in istato di riceverne dal filo, che continuamente è provisto di un' eccessivo vapore (63, 64); onde saravvi ragione, perchè ambidue restino constantemente sospesi, ed uniti: Ma, se l'elettricismo sia meno intenso, sicchè talora s' interrompa l' accorrimento del va-

po-

pore del filo, che dà, al filo, che riceve (46), potranno in tal caſo per alcun momento trovarſi ambo i fili in iſtato di vapore equilibrato; onde per alcun iſtante ſeguendo la loro gravità ſi ſcoſteranno (50); ma al primo accorrimento di nuovo vapore, toſto ſi ravvicineranno, anzichè arrivino alla naturale loro direzione (46, 50).

74. Non iſtarò ad avvertire, che, come a' fili anneſſi alla catena, o macchina, così ad ogni altra parte di eſſe ſi avvicina il filo, che loro ſi preſenti da perſona poſta ſul ſuolo; giacchè ed è notiſſima la ſperienza, e la ragione di lei ognuno vede eſſere iſteſſiſſima colla ragione dell' avvicinamento de' due fili, con queſta ſola differenza nell' effetto, che, ſe le parti della macchina, o della catena ſieno o fitte nel loro luogo immobilmente, od aſſai gravi, non ſi avvicineranno, come i fili loro appeſi, a' fili, che loro ſi preſenteranno, pella reſiſtenza della loro gravità, o fiſſazione (*a*).

75. Proſeguirò piuttoſto a far vedere il pieniſſimo conſentimento de' noſtri principj con altre circoſtanze di ſimili movimenti.

76. Appicco all' eſtremità di un filo di ſeta aſciuttiſſimo una palletta di ſovero; ſoſpendo poi queſto pendulo in vicinanza della catena di mezzo alla catena, ed al mio corpo, od altro corpo qualunque elettrizzabile per comunicazione, ed oſſervo, che queſto pendulo corre alla catena; poi toſto ſe ne ſtacca, e corre al corpo ſtraniero; di bel nuovo va alla catena; ſubitamente ricorre

(*a*) A queſto caſo de' fili ſi riducono innumerabili altri caſi volgarmente notiſſimi, cui lunga coſa ſarebbe annoverare tutti diſtintamente. Per eſempio come il filo preſentato alla catena verſo lei ſi ſoſpende, così i capelli di un uomo, che ſtia ſul ſuolo ſi ſoſpendono verſo la mano di uno, che ſi iſoli, e tocchi la catena. E come il filo anneſſo alla catena ſi ſoſpende verſo la mano di uno, che ſtia ſul ſuolo, così verſo la medeſima ſi rizzano i capelli di uno, che ſi iſoli, e tocchi la catena ec. Ma chi ſappia aſtrarre l' eſſenziale delle coſe dalle accidentali differenze, vedrà da per ſe la medeſimezza di queſti, e molti altri eſperimenti cogli eſperimenti da noi eſpoſti.

L'~~[illegible]~~ vapeur Elect qui sort d'un Corps Electrisé par Excès, et qui est la même chose que celle que je nomme la matière ~~Effluente~~, peut bien expliquer les répulsions et tous les mouvemens qui leur ressemblent, mais je deffie l'autheur de faire entendre clairement comment cette même matière cause[?] puis elle même les mouvements d'attraction

re al corpo ſtraniero; e così ſempre ſeguita a vibrarſi dall' una all' altro con velocità proporzionale alla intenſità dell' elettricismo.

77. Lo ſteſſo avviene per riſpetto alla macchina quando è elettrizzata (22, 24).

78. Ed ancora più vive, e da maggiore diſtanza ſuccedono queſte vibrazioni di mezzo ad un' attinenza della macchina, ed un' altra della catena, quando ſono tutte e due alternativamente elettriche.

79. Ora ognun vede, che la differenza di queſte vibrazioni delle pallette appeſe a' fili di ſeta dalla ſoſpenſione de' fili di refe (71, 76) non altronde dipende, che dalla differenza de' fili; che del reſto nell' uno, e nell' altro caſo dovrebbe avvenire un' iſteſſiſſimo effetto, poichè ſono iſteſſiſſime tutte le altre circoſtanze, che in eſſo poſſono influire (*a*).

80. Eſaminiamone il caſo particolare per riſpetto alla catena. Il filo di refe umido è elettrizzabile per comunicazione [16]; ſicchè qualora comincia a diſcoſtarſi dalla catena, ſubitamente diſperde nella perſona, e nel ſuolo l' eccessivo vapore acquiſtato nel contatto della catena (46); onde ritorna ad eſſere in iſtato di difetto per riſpetto ad eſſa, conſeguentemente ſe le ravvicina (50): ma la palletta appeſa al filo di ſeta elettrico per origine (16) non può per eſſo filo diſperdere il vapore eccessivo, che abbia ricevuto dalla catena (48); dunque dopò il contatto della catena ſi troverà conſtantemente in iſtato di vapore equilibrato (51) col vapore della catena medeſima, e perciò non ſaravvi piu ragione, perchè verſo eſſa reſti ſoſpeſa (50); ſicchè ritornerà alla naturale ſua direzione: ma poichè quì ſarà elettrica per eccesso riſpetto al corpo della perſona, che la preſenta, che ha il ſolo vapore naturale (45), a queſta ſi avvicinerà (50), diſperderà in queſta il ſuo eccesso (46), ritornerà alla ſua naturale dire-

(*a*) Che la differenza non avvenga pella palletta ſi può facilmente vedere; perchè ſe eſſa ſi appende al filo di refe, eſſo ſi ſoſpende.

direzione (50), indi di bel nuovo alla catena, rispetto a cui sarà divenuta elettrica per difetto (45), e così sempre per la medesima ragione continuerà le istessissime vibrazioni.

81. Pella stessa ragione la palletta si vibra alternativamente verso la macchina, poi verso il corpo di chi la presenta; che, come nel precedente caso alternativamente attirano a se la palletta la catena elettrica per eccesso (48), poi il corpo di chi la presenta, che non ha, che il vapor naturale (45); così quì debbono alternativamente attirarla a se e la macchina elettrica per difetto (49), ed il corpo straniero, che ha tutto il vapor naturale (45).

82. Ma la palletta sospesa tra un' attinenza della macchina, ed un' attinenza della catena dee vibrarsi più vivacemente, che in altro caso; poichè nel caso della catena la differenza dell' elettricismo è il solo eccesso della catena (48, 45), nel caso della macchina la differenza dell'elettricismo è il solo difetto della macchina (49, 45); giacchè chi sta sul suolo ha il giusto vapor naturale; ma in questo caso la differenza dell' elettricismo è l' eccesso della catena, che ha più (48), ed il difetto della macchina, che ha meno, del vapore naturale (49).

83. E queste vibrazioni delle pallette non sono elleno la vera semplicissima imagine delle alternative vibrazioni delle foglie metalliche, che su d' un piatto si sogliono presentare ad una parte della macchina, o della catena, da persona, che stia sul suolo, o da persona, che stia isolata, e tocchi la catena ad una attinenza della macchina, o da persona, che stia isolata, e tocchi la macchina ad una attinenza della catena?

84. Certamente egualmente, che le mobilissime pallette, si vibrano i minuzzoli di dette foglie dal piatto, in cui hanno il vapor naturale, alla catena elettrica per eccesso (48), ed acquistatone un eccesso simile (46) ritornano al piatto a comunicarli l' eccesso ricevuto dalla catena (46); poi di bel nuovo alla catena a racquistarne un eccesso simile; e così sempre.

85.

85. Lo ſteſſo ſi dica per riſpetto alla macchina elettrizzata, avvertendo ſolamente, che li movimenti verſo la catena ſono determinati dall' eceſſo (48); ma verſo la macchina ſono determinati dal difetto del naturale vapore (49).

86. Ed appunto, come la palletta, così le foglie metalliche preſentate tra un' attinenza della macchina, ed un'altra della catena, più che altrove vivacemente ſi vibrano; il che la identità del principio ne prova, e la univerſalità: che pella ragione, che due corpi mobili inegualmente elettrici ſi avvicinano egualmente con forza alla differenza dell' elettriciſmo proporzionale (63), un terzo corpo mobile debba vibrarſi tra due corpi immobili inegualmente elettrici (*a*).

87.

(*a*) In queſte vibrazioni de' corpicciuoli tra corpi inegualmente elettrici avvengono talora alcune particolarità, che noi non diſſimuliamo pella loro particolare difficoltà: ma ſpontaneamente le oltrepaſſiamo, perchè chi vede acuto può facilmente diſcernerne la ſpiegazione nella ſpiegazione de' noſtri più ſemplici ſperimenti. A cagione di eſempio, ſe ſu di un piatto ſi preſentano alla macchina, o catena elettrizzate molti, ed aſſai piccoli minuzzoli di foglie metalliche, di carta, paglia, cruſca ec., ſi alzano eſſi in folla verſo il corpo elettrizzato, cui ſi preſentano, poi in poco di tempo talmente le une dopo le altre ſi ſoſpendono, che formano una ſpecie di filza, o catena, che continua dal corpo elettrizzato al piatto, e quaſi immobile in quello ſtato ſi ſoſpende: ma, checchè ſingolari poſſano parere le circoſtanze di queſto fenomeno, eſſenzialmente non differiſcono dallo ſperimento del filo di refe, che preſentato alla catena, o macchina verſo di eſſa ſi ſoſpende, imperciocchè come la gravità delle parti del filo, così la gravità di queſti minuzzoli può eſſere ſoſtenuta dall' azione dell' elettriciſmo, come il filo ſi ſoſpende ricevendo, o dando elettrico vapore, così le parti di queſti minuzzoli poſte in ſimile circoſtanza di darne, o riceverne ſi debbono ſimilmente ſoſpendere. Avvi ſolo la differenza, che le parti del filo ſono unite, le parti metalliche ſeparate: ma queſta non dee variare l' effetto. S' intenda, che il minuzzolo della foglia A vada tra primi in contatto della catena; ſarà toſto egualmente elettrizzato che la catena, ma più vicino colla ſua inferiore eſtremità alli minuzzoli re-

ſidui

toutes les minuties rapportées dans les trois derniers pages
et que l'autheur tire a luy pour faire valoir son principe
s'expliquent on ne peut pas mieux, par ces faits generaux si
...qu'un corps leger attiré par un corps Electrique s'elect...

87. Ma avvi alcuna circostanza degnissima di osservazione nella vibrazione delle pallette, la quale, oltrechè conferma la teoría nostra, ne apre la strada ad altra cognizione circa la qualità dell' elettricismo dell' aria.

88. Sospendo la solita palletta appesa al filo di seta accanto alla catena, ma ritiro di fianco, ed allontano più che posso il mio corpo, e tolgo ogni altro corpo elettrizzabile per comunicazione, a cui possa avvicinarsi la palletta in iscostandosi dalla catena: ed allora osservo: che la palletta, come negli altri casi (76, 77, 78 ec.), si accosta alla catena, poi toccatala se ne discosta, ma non come negli altri casi ritorna alla catena; bensì sospendesi per alcun tempo notabile in una direzione obliqua verso la parte opposta alla catena, indi finalmente con lentezza

D rica-

voila quelque chose de bien merveilleux ne scait on pas que un corps electrisé par communication eloigné du corps qui la electrisé; et qu'il y revient quand son electricité est perdue, et qu'il vient la perdre par le seul attouchement de lui?

sidui sul piatto delle parti della catena; dunque ad esso piuttosto, che altrove si diriggerà il minuzzolo B; ed alla coda del minuzzolo B piuttosto che altrove il terzo C; e così sempre ec.; sicchè si formerà la filza, ed essa, o semplice, o, se si vuole, di più filze composta, secondo la moltiplicità, e sito de' minuzzoli sul piatto, secondo la distanza, e figura del corpo elettrizzato ec.; ed allora, come si tiene unito alla catena il capo del filo, senzachè abbia con quella altra coerenza, così terrassi a quella unito il primo minuzzolo, ed al primo come a parte della catena il secondo, al secondo il terzo ec., senza che abbiano tra di loro altra unione.

Allo stesso principio si riduce la sospensione di una intera rettangolare metallica foglia, che tra il piatto, su cui si presenta, ed il corpo elettrizzato senza toccare nè l'uno, nè l'altro a mezz' aria si libra, e sostiene. Solo è d'uopo avvertire, che in questo caso al contatto immediato della foglia col piatto, e col corpo elettrizzato supplisce il contatto della atmosfera elettrica del corpo elettrizzato colla foglia, e dell'atmosfera, che indi riceve la foglia, col piatto. Per mezzo di quella la foglia riceve, (se si parli della catena), il vapore eccessivo; per mezzo di questa lo disperde. Quella caricando la foglia la determina a moversi al piatto, questa scaricandonela, la determina a moversi alla catena (80, 81, 82); onde se tengasi il piatto nel giusto limite la foglia si librerà tra due eguali contrarie forze. +

+ tout ceci que l'auteur a tant de peine a concilier avec son systeme, s'explique tres naturellement en disant que les courants de matiere electrique tant affluente qu'effluente, passant plus librement dans le metal que dans l'air enfilent les fragmens de feuilles metalliques qui se trouvent contigues, et les tiennent comme collées l'une —

ricade, ricorre alla catena, toccatala, toſto ſe ne slontana, e come prima ſi ſoſpende.

89. Lo ſteſſo accade riſpetto alla macchina. +

90. Che ſe, mentre la palletta reſta ſoſpeſa, ſe le avvicini un dito, velocemente a queſto ella ſi dirigge, lo tocca, e ſubitamente rivola alla catena.

91. E' coſa manifeſtiſſima, la cagione, perchè la palletta ſi accoſti alla catena, o macchina, eſſere iſteſſiſſima in queſto caſo, che la ragione, perchè ad eſſa ſi accoſta negl'altri caſi riſpettivamente; e la durata della ſoſpenſione, che ſi ha in queſto caſo non negli altri (76, 77, 78) doverſi attribuire all' aſſenza del corpo, cui toccando negli altri caſi diſperde il ſuo eccesso, o compenſa il ſuo difetto, come chiaramente ſi vede dal ricadere ſubitamente la palletta, toſto che ſi tocca col dito (48).

92. Dee dunque dirſi, che l'aria, per mezzo a cui ſi ſoſpende la palletta non ſia atta ad aſſorbire l'eccesso, ed a compenſare il difetto dell'elettriciſmo della palletta, come a cio ſono idonei gli altri corpi elettrizzabili per comunicazione (50).

93. Ma, poichè dopo alcun tempo la palletta ricade; e non ricade, ſe non dopo aver comunicato il ſuo eccesſivo vapore, o compenſatone il difetto (88, 89), e pelle circoſtanze dello ſperimento non avvi altro corpo, che poſſa riceverne, o darne: ne ſegue I. che l'aria, o le parti eterogenee in eſſa nuotanti hanno attitudine di dare, o di ricevere in tratto di tempo una quantità di elettrico vapore, che atti ſono a dare, o ricevere in iſtante gli altri corpi elettrizzabili per comunicazione; II. Che la palletta va a ſoſpenderſi, ed immergerſi nell'aria più lontana dalla catena, o macchina, perchè eſſa è meno o per eccesso, o per difetto riſpettivamente elettrica; onde ad eſſa può più facilmente comunicare il ſuo eccesso, o da eſſa ricevere il compenſo del ſuo difetto (46, 50). ≠

94. E da queſta proprietà dell'aria combinata colla noſtra uni-

+ c'est qu'il faut regarder la mach. isolée, comme la chaine, a la différence près de la matière qui est moins électrisable que du métal.

≠ tout cela se reduit a dire que l'attouchement de l'air, peut faire cesser l'électricité du corps, mais qu'il ne fait pas ces effets si promptement qu'en le feroit une matière plus dense. il y a longtemps que j'ai fait ces deux écrits: je les ay employées 10 fois pour une dans mes écrits

univerſaliſſima teoria ſi ha la ſpiegazione di altre ſperienze, che a' Fiſici, i quali l'hanno ſcrutinate ſono parute complicatiſſime. A cagione di eſempio: due fili di reſe appiccati alla catena, o macchina attualmente elettrizzate I. riſpettivamente ſi slontanano; II. formando tra di loro un angolo maggiore a proporzione della maggiore intenſità dell'elettriciſmo; III. e ciaſcuno de' due ſi slontana di più dalla verticale ſua direzione a proporzione, che più ſe gli avvicina alcun corpo ſtraniero elettrizzabile per comunicazione, IV. ſe il filo arriverà a toccare eſſo corpo ſtraniero, vi reſterà aderente; al più alcuna volta ſe ne ſcoſterà per alcun piccolo intervallo, e ne ritornerà toſto al contatto; V. Ma ſe due perſone ſi iſolino vicino, ed a lato de' due fili, ſicchè li prendano di mezzo, ed in tanto tocchino la catena, o macchina, a cui ſianſi appeſi, ceſſa ſubitamente ogni loro divergenza, e pendono paralleli; VI. che ſe una delle due perſone iſolate ſcenda ſul ſuolo, ed abbandoni la catena, o macchina, tutti due i fili piegano, e ſi ſoſpendono verſo di queſta aſſaiſſimo, ma più il più vicino, meno il più lontano.

95. Ora tutti queſti cambiamenti del fenomeno provano ad evidenza, che i fili anneſſi alla catena, come parti della medeſima (19), e conſeguentemente elettrici per ecceſſo (48) ſono determinati a ſoſpenderſi da' corpi, a cui poſſano comunque comunicare l'eceſſivo loro vapore; giacchè creſce la loro inclinazione a proporzione della vicinanza de' corpi a ciò attiſſimi (194, 3), e ad eſſi reſtano aderenti qualora ne arrivano al contatto (94, IV.), e verſo un ſimile unico corpo, che ad uno di eſſi ſi preſenti amendue ſi movono, e ſi ſoſpendono (94, VI.), e ſe ſi trovano di mezzo a due corpi egualmente, che eſſi elettrizzati in niun conto ſi movono dal loro naturale ſito (94, V.).

96. Conſeguentemente dee dirſi, che ancora quando non avvi accanto ad eſſi altro corpo elettrizzabile per comunicazione, non pertanto ſi ſoſpendono formando tra di loro un an-

Ces expressions sont familières a l'autheur, ce sont des petits triomphes qu'il se propose vis a vis des lecteurs peu instruits, ou qui n'auront lû que son ouvrage

Cela prouve évidemment 1°. que deux corps actuellement électr. et par conséquent hérissés d'aigrettes affluentes, se repoussent mutuellement ce qui est connu de tout le monde. 2°. que cet effet est proportionné a l'intensité de la vertu électrique et cela va sans dire.

3°. ~~que~~ cet effet doit encore pour celuy des deux fils qui sera vis à vis d'un corps électrisable, parceque le corps est un milieu plus permeable que l'air pour les rayons affluens du fil électrique, ce qui donne lieu à la matière affluente, directement opposée, de pousser davantage le plus près.

golo; perchè in tal caſo poſſono compartire all'aria laterale l'eccesſivo loro vapore (93, 95).

97. Ma che in tal caſo la divergenza de' fili è minore, e la ſoſpenſione è continua, perchè appunto l'aria è meno atta a ricevere l'eccesſivo loro vapore, che altri corpi per comunicazione elettrizzabili (93). Se i fili ſi appendano alla macchina, il fatto è lo ſteſſo pella ragione compreſa nel noſtro univerſaliſſimo principio, che i movimenti ſono i medeſimi tanto nel corpo, che è atto a dare, quanto in quello, che è atto a ricevere (63).

98. Nè mi ſi dica, eſſervi dell'aria tra i due fili, come ve ne ha a lato de' medeſimi; che queſta rifleſſione non diſtrugge la ſpiegazione noſtra. La parte di aria di mezzo a' fili, è caricata d'elettricismo dalla doppia atmosfera de' fili medeſimi, ſicchè il vapore di lei col vapore di eſſi ſi equilibra; uopo è dunque, che i fili ſi movano verſo le più lontane, più copioſe, e meno caricate laterali parti dell'aria (63) (*a*).

99. Colle ſteſſiſſime leggi, con che ſi ſcoſtano due fili, ſi ſcoſtano a vicenda, e ſi ſparpagliano le parti d'uno ſottile zampillo di acqua, o di altro fluido elettrizzabile per comunicazione, ſe il vaſe, onde quello ſcaturiſce, o alla catena ſi annette, o alla macchina, ed o per eccesſo, o per difetto ſi elettrizza (48, 49). I. Lo zampillo in alcuna piccola diſtanza dallo ſtretto orificio, onde ſi ſpicca, ſi divide in minutiſſimi ſpruzzi, che a vicenda ſi ſcoſtano, II. e ſi diſcoſtano di più, e più ſi ſuddividono a pro-

por-

(*a*) Ed ecco ſvanita una difficoltà, che da queſte ſperienze ſi avrebbe potuto ricavare contro la noſtra regola (26, V.): che non mai una parte della catena dà ſegni elettrici riſpetto ad un altra parte della catena, nè mai una parte della macchina dà ſegni elettrici riſpetto ad un altra parte della macchina. Imperciocchè queſti fili ſono, è vero, amendue parti della catena, o macchina: ma non ſono determinati l'uno dall'altro a diſcoſtarſi: bensì ſono determinati a diſcoſtarſi dall'aria laterale meno elettrica dell'aria di mezzo (94, 96, V.); onde danno queſto ſegno elettrico riſpetto all'aria, o parti eterogenee di lei, come riſpetto a corpo ſtraniero.

porzione della maggior intenſità dell' elettriciſmo; III. Inoltre, que' ſpruzzi ſi slontanano di più, a' quali più ſi avvicina un corpo ſtraniero elettrizzabile per comunicazione, IV. ed in certa diſtanza ſu d' eſſo corpo ſi ripiegano molto obliquamente, e ne lo bagnano; V. Ma ſe due perſone ſi iſolino vicino, ed a lato di queſto getto d' acqua, ed intanto con una mano tocchino la catena, o macchina, a cui ſiaſi appeſo il vaſe, che lo ſomminiſtra, e preſentino l'altra mano vicino allo ſpruzzo medeſimo, ceſſa ſubito ogni ſparpagliamento, e diviſione, e ſi ha il getto unito, e naturale. VI. Se una di queſte perſone abbandoni la macchina, o catena, e ſcenda ſul ſuolo, reſtando per altro aſſai vicina allo zampillo, queſto tutto ſi ſparpaglierà, e ripiegherà verſo di eſſa, e più ſi ſparpaglieranno, e ripiegheranno le parti più vicine.

100. Ora queſta sì eſatta medeſimezza delle circoſtanze, e cambiamenti tutti dello ſparpagliamento di queſto zampillo col diſcoſtamento vicendevole de' fili (*a*), non ne indicano eſſere unica, ed iſteſſiſſima de' due fenomeni la ragione? Cioè, che come i fili, così gli ſpruzzi dello zampillo ſi eſpandono, e slontanano verſo la laterale aria meno che eſſi elettrica nel caſo della catena, più che eſſi elettrica nel caſo della macchina (98), giuſta la coſtantiſſima legge da noi ſtabilita: che un corpo qualunque all' altro inegualmente elettrico ſi avvicini (63)?

101. Anzi non ſi conferma quindi, quanto di ſopra ſi è detto intorno alla ſcarſa attitudine, che ha l'aria di dare, e ricevere l' elettrico vapore in paragone della attitudine ſomma de' corpi per comunicazione elettrizzabili (97)?

102. So bene, che Franklin queſto, ed altri ſimili fenomeni vuole ſpiegare pella elaſticità del vapore elettrico, e penſa, che lo zampillo elettrizzato in tanto ſi eſpanda, in quanto che le parti di lui ſieno a vicenda riſpinte dall' *elatere* di eſſo vapore elettri-

(*a*) Se non due ſolamente, ma più fili ſi appendano alla catena, o macchina elettrizzata, ſi slontanano tutti, e rappreſentano anche più al vivo gli ſpruzzi dello zampillo.

trico, di cui ſono caricate. Ma ſe ciò foſſe, e perchè poi ſparpagliarſi uno zampillo di acqua elettrizzato alla macchina? Certamente in queſto caſo le parti di eſſo non ſolamente non ſono caricate di un vapore eceeſſivo, anzi ſono private di una parte del loro vapore naturale (56); onde in tal caſo dee eſſere minore la forza di eſſo vapore; e conſeguentemente ſecondo queſta opinione, anzichè diramarſi in iſpruzzi divergenti, dovrebbe lo zampillo ſcorrere più unito, che nello ſtato naturale (50). +

+ voila l'idée que vous en avez prise, mais cette idée est elle vraye?

103. Nè debbo diſſimulare altri diverſi principj, con che varj Fiſici hanno creduto di recare una piena ſpiegazione non ſolo agli ſperimenti, de' quali ultimamente parlavamo, ma ancora a tutti i movimenti, che ne' corpicciuoli poſſa deſtare l' elettriciſmo. ≠

≠ [illegible] comme il faut toutes les choses [illegible] votre grand principe.

104. Alcuni, e queſti certamente ſperimentatori valoroſi, ed ottimamente benemeriti de' Fenomeni elettrici, che hanno o di nuovo ſcoperti, o con particolare diligenza oſſervati, hanno affermato, che mentre la materia elettrica ſi ſlancia da' corpi elettrazzati, e ſi porta a' contorni ſino a certa diſtanza, una ſimile materia viene da ogni parte a compenſare quella, che ne eſce. Così per mezzo di queſte due contrarie correnti ſi ſono ſtudiati di ſpiegare ogni accoſtamento, o diſcoſtamento, che avvenga ne' piccoli corpi pell' elettriciſmo: Lo ſcoſtamento pell' urto della materia, che eſce dal corpo elettrizzato; e l' accoſtamento pell' urto di quella, che ad eſſo corpo venga da ogni dove da' corpi ſtranieri per fino dall' aria (*a*).

105. Hanno fondata la ingegnoſa opinione ſulli ſeguenti fatti, I. ſe ſi preſenta un dito, un pezzo di metallo, di un baſtone, una ſpada ad un corpo qualunque, che ſi elettrizza, per eſempio ad una perſona, ad un globo di vetro, ſi vede uſcire da tutti que' corpi de' getti luminoſi ſomigliantiſſimi nell' odore, nel colore ec.

a

(*a*) Sebbene non ſuſſiſta il corpo del ſiſtema, ſono nulladimeno lodevoliſſime alcune verità, che quaſi tacitamente ne ſono aſſerite; I. la univerſale diffuſione del vapore elettrico, II. e la neceſſità d' un compenſo della materia elettrica, che da' corpi elettrizzati continuamente ſi ſpande. ⊕

⊕ L'autheur que vous avez en vüe, mon R. p. n'a point voulu comme vous parler avec une égale confiance des faits et des conjectures. quoy que l'idée de la matière Electrique, et comme vous dites, la necessità d'un compenso, luy ayent toujours semblé des choses indispensables a admettre, il ne les a posé qu'avec reserve; mais vous avez bien tort de dire, qu'il n'a admis cela, que quasi [illegible] tres clairement enoncées, dans [illegible]

a quelli, che eſcono da una ſpranga di ferro elettrizzata; dunque inferiſcono, avvi una materia *affluente* in tutto ſomigliantiſſima alla *effluente*. II. la ſuperficie di un liquore ſi ſolleva verſo di un corpo elettrizzato, cui ſi preſenta; le foglie leggere corrono allo ſteſſo corpo, e corrono più rapidamente, ſe ſi preſentano ſu d'un corpo elettrico per comunicazione, che ſu d'un corpo elettrico per origine. Nè queſti ſollevamenti de' liquori, ed accoſtamenti de' corpicciuoli altrimenti poſſono avvenire, che per una materia affluente, la quale faccia sforzo di uſcire da' liquori, e corpicciuoli, ovvero da' corpi, ſu cui eſſi ſi preſentino, li quali quando ne ſomminiſtrino maggiore copia, come i corpi elettrici per comunicazione, ſeguono piu vivi i ſuddetti movimenti, quando minore, come i corpi elettrici per origine, più lenti li rendono, e languidi. III. Un liquore, aggiungono, che ſi elettrizza, ſi evapora; e queſta evaporazione di comune conſentimento ſi attribuiſce alla materia elettrica *effluente* da eſſo: Ma anche un liquore poſto in vicinanza di un corpo elettrizzato, ſenza che egli ſi elettrizzi ſi evapora; dunque anco queſta evaporazione ſi dee attribuire ad una ſimile materia *effluente* che ſarà *affluente* riſpetto al corpo elettrizzato.

106. Ma, checchè paja a prima viſta ſoddisfacentiſſima queſta opinione, e ne ſia lodevoliſſimo pella ſua aſſiduità, e diligenza nello ſperimentare il celebre Autore il Signor Abate Nollet, che non nomino, che a cagione di onore; poichè però hannovi fatti, che ſono sfuggiti alla diligenza di lui, (imperciocchè e chi v' ha, che ſolo poſſa tutto vedere, e diſcernere?), e che direttamente quella ne abbattono, eſſa pure ſi debbe rigettare.

107. Primieramente preſento come eſſo la punta d' una ſpada alla catena elettrizzata, ed oſſervo eſſere differentiſſima la luce (*a*), che veggo ſulla punta medeſima, ſe non in quanto al colore ed odore, certamente in quanto alla figura, e picciolez-

(*a*) Stelletta elettrica (36).

Lecteur on vous demande un peu de patience, avant que d'acquiescer au jugement du P. B. on vous prie d'examiner si les fa[its] que L. N. n'a point apperçu, et que lui va sans doute les propos[er], sont tels qu'on les promets; se direttamente abbatano

lezza, dalla luce (*a*), che essa darebbe, se si annettesse alla catena; dunque inferisco, non esservi pari ragione di affermare, che, come questa, così quella luce esca dalla punta della spada.

108. In secondo luogo osservo, che la punta della spada, od anche di uno spillo presentata alla catena, o allo stile d'una boccia di leiden, od a qualunque altro corpo elettrizzato, quasi in instante lo spoglia del vapore elettrico; dal che argomento, che le punte principalmente metalliche, anzichè dare, ricevono, ed assorbiscono l'elettrica materia. E poichè quì troppo lunga e nojosa sarebbe la digressione, mi risserbo a provare altrove questa verità con questi, e moltissimi altri fatti; che tutti i corpi elettrizzabili per comunicazione, principalmente quelli, che terminano in punta, e più di tutti i metallici, anzichè somministrare del vapore elettrico alla catena, a se la di lei elettrica materia potentemente attragono, e che conseguentemente la luce, che si vede su esse punte non è luce, che vada alla catena, ma luce, che dalla catena viene alle punte medesime.

109. In terzo luogo rifletto; essere meno vivi i movimenti de' corpicciuoli, che si presentano su corpi elettrici per origine, non perchè sia minore la quantità della materia in questo caso *affluente*, che assolutamente non esiste (108); ma perchè giusta la teoría nostra i corpicciuoli in quel caso presto arrivano ad avere colla catena equilibrato il loro vapore; imperciocchè una foglia, che si presenti alla catena su d'una resina, volerà alla catena a riceverne il vapore eccessivo: ma ritornando alla resina poco del suo eccesso le comunicherà; e questo pella natura della resina (5); onde conservandone la massima parte sarà minore la differenza dell' elettricismo della catena, e di essa foglia; perciò meno vivi i movimenti (50, 46).

110. In quarto luogo dunque inferisco, il sollevamento dell' acqua non alla *affluente* materia doversi attribuire (109); essere bensì esso alla nostra teoría confacentissimo, secondo cui il cor-

po

(*b*) Fiocco elettrico (34).

po meno elettrico, ed il più elettrico a vicenda, ed inſieme ſi avvicinano (63). +

111. Finalmente circa la evaporazione dell'acqua poſta in vicinanza all'acqua elettrizzata oſſervo, che giuſta il ſiſtema del chiariſſimo Fiſico, la materia *affluente* non è determinata ad *affluire* attualmente ſe non ſe pell'azione della materia *effluente* nel corpo, da cui debba quella *affluire*; che ſe la materia *effluente* opera in un corpo, in eſſo ſi propaga; che però alla materia *effluente* ſi può attribuire eſſa evaporazione, ſenza che uopo ſia fingerne la *affluente*, che, come ſi è viſto quì di paſſaggio, ed altrove ſi proverà più ampiamente, affatto non eſiſte (*a*). ≠

112. Altri Fiſici hanno aſſegnato alla riazione dell'aria contro l'elettrico vapore, che intorno a' corpi elettrizzati ſi eſpande, l'officio di reſpingerne verſo di quelli i piccoli corpicciuoli.

113. Ed ecco quali ſperimenti, ed oſſervazioni ho io fatto in-

[*a*] Abbiamo veduto, poter ottimamente la materia elettrica circolare per un corpo, ſenza che eſſo dia ſegni elettrici (47); potrebbe darſi che il vapore elettrico nel caſo del Signor Abate Nollet circolaſſe pell' acqua vicina, venendo dalla contigua atmosfera del corpo elettrizzato, e ſi diſperdeſſe liberamente nel ſuolo; potrebbe eſſere, che queſta ſola circolazione abbia agevolato la evaporazione, ſicchè e l'acqua non compariſſe elettrizzata, e nulladimeno ſi trovaſſe ſcemata di peſo oltra il dovere. Voglio piuttoſto congetturare queſte o ſimili altre coſe, che dubitare in alcun modo della verità, od eſattezza dell'eſperienza di un'uomo, di cui la diligenza, e candore ſono a tutto il mondo letterario notiſſimi. Che in ſomma queſto è certiſſimo, che la materia *affluente*, poſto che eſiſta, non avrebbe operato nulla, ſe non eccitata dall'*effluente*. ⊕

Nè tralaſcerò di riflettere, che come non avvi materia *affluente* da' corpi ſtranieri alla catena, ma tutto l'*afflusso* ſi fa dalla macchina; così non avvi materia *effluente* dalla macchina, che tutto l'*efflusso* ſi fa dalla catena. Ma non m'eſtendo in queſto a trattare dell'elettriciſmo della macchina, sì perchè queſta parte di elettrizzamento non è ſtata trattata dagli Autori della doppia materia *affluente*, ed *effluente*, sì perchè gli argomenti, che confutano la materia affluente alla catena ſervono a confutare la materia *effluente* dalla macchina.

torno a' fenomeni elettrici, che ſi poſſono avere nel voto, affine di ponderare non ſolamente il valore di queſta opinione, ma eziandio la ſuſſiſtenza di tutte le altre ſentenze, che vogliono l' aria comunque influire negli elettrici movimenti.

114. Primieramente mi ſono applicato ad oſſervare i cambiamenti, che ſoffre il fiocco elettrico eccitato dentro una campana, da cui ſucceſſivamente ſi eſtrae l'aria. Dunque ho ſcelta una campana di vetro, alla cui ſommità aperta era unito un cilindro di metallo cavo, pieno di cerchi di cuoi ben inzuppati di cera liquefatta con oglio, e queſti compreſſi a forza da un coperchio di metallo, che ſi chiudeva a vite col detto cilindro. Per un dirittiſſimo buco fatto nel coperchio, e ne' cuoi attraverſava una verga di ottone, che eſattamente ne lo chiudea, e ſi potea a piacimento alzare, ed abbaſſare, ſicchè la punta di lei ſi fermava a qualunque altezza entro la campana. Ho eſattamente ſigillata queſta campana ſul piatto della macchina pneumatica con cera meſcolata con un poco di termentina, ſicuro, che adoperando i cuoi bagnati, mi ſi ſarebbe alterata la eſperienza. Finalmente ho fatto comunicare la catena della macchina elettrica colla eſtremità della verga, che reſtava fuori della campana ſuddetta. Quindi avanti di cavare l'aria, ho fatto ſtroppicciare il globo, ed ho oſſervato, che dalla punta della verga, la quale diſtava ſei pollici dal piatto, eſciva entro la campana il ſolito fiocco elettrico lungo un pollice circa, più, o meno ſecondo la maggiore, o minore veemenza d' elettriciſmo, quale ſarebbe uſcito in luogo aperto. Ho poi fatto ſucceſſivamente cavare l' aria dalla campana, e ad ogni ſoſpinta dello ſtantuſo ho oſſervato i cambiamenti del fiocco elettrico, che ſucceſſivamente diverſo ſi ſlanciava dalla punta della verga. Imperciocchè a proporzione, che ſi eſtraeva l' aria, I. ſi allongavano i raggi del fiocco elettrico, II. ne ſcemava la divergenza, III. ed il numero, IV. e ne creſceva la groſſezza de' raggi reſidui; ſicchè quando il mercurio dell' indice, che aveva rinchiuſo nella campana non era più alto d'un pollice, non compa-

pa-

parivano, che quattro, o cinque raggi molto bene equivalenti nello ſpeſſore agli innumerabili ſottiliſſimi raggi del fiocco ordinario, che dalla punta con alcuna piccola curvità nella direzione ſcendevano ſul piatto; e quando il mercurio ſi abbaſſava alle quattro linee in circa, non ſi aveva più che un ſol raggio, il quale dalla punta ſcendeva alla parte più vicina del piatto.

115. Sicchè da queſta eſperienza reſtai convinto, che ſebbene l'aria ſia atta a ricevere, o dare in tratto di tempo alcun elettrico vapore (97); ella peraltro reſiſte al vapore, che in eſſa copioſamente ſi slanci; ſicchè divide, rende divergenti, accorcia i raggi, che nel voto in un ſolo diretto raggio uniti liberamente ſi propagano.

116. Ed indi cominciava a ſoſpettare, che realmente la riazione dell'aria alcuna coſa conferiſſe all'accoſtamento de' corpicciuoli a' corpi elettrizzati: ma ben preſto mi diſingannai. Laſciai le macchine pneumatica, ed elettrica diſpoſte come ſopra. Solamente appeſi alla eſtremità della verga un filo di refe lungo ſei pollici, che reſtava diſtante un pollice e mezzo dalla ſuperficie interiore della campana, e due pollici dal piatto della macchina pneumatica. Sul piatto medeſimo all'altro lato del filo collocai un piccolo piede di ottone con ſopra un dado ſimilmente di ottone, ſicchè il filo pendeva di mezzo alla cavità della campana, e di queſto dado in diſtanza eguale dall'uno, e dall' altro. Poi fatto un' eſattiſſimo voto, ed eccitato l'elettriciſmo mi fu giocondiſſima coſa vedere il filo, che velociſſimamente ſi vibrava tra il dado, e la campana, queſto, e quella alternativamente percuotendo colla ſua eſtremità.

117. Non è queſto il luogo di aſſegnare diſtinta ragione di queſte vibrazioni; delle quali la ſpiegazione dipende dalla cognizione dell'elettriciſmo del vetro. A ſuo luogo vedremo, avvenire eſſe ſecondo la univerſale legge per noi ſtabilita (63 ec.). Ma in tanto dopo queſta eſperienza reſto accertato, che l'aria non è la cagione de' movimenti elettrici in genere, nè in particolare dell'

accoſtamento de'corpicciuoli al corpo elettrizzato, giacchè le elettriche vibrazioni accadono viviſſime in un vetro diligentemente d'aria votato, e sì le vibrazioni, che gli altri movimenti tutti avvengono giuſta la medeſima univerſaliſſima legge (86).

118. Proſeguj poi gli ſperimenti; tolſi dalla verga il filo appeſo, e dal piatto il piccolo ſoſtegno col dado, e ſparſi ſopra al piatto medeſimo alcuni minuzzoli di foglie di oro; laſciai tutto il reſto come ſopra; poi fatto il voto, e deſtato l'elettriciſmo, ecco coſa mi è avvenuto di oſſervare. I. Nel punto, che il vapore elettrico ſi propagava nel voto (determinava queſto punto tenendo per mano la catena, poi laſciandola quando il globo s'era già fortemente cominciato a ſtroppicciare), in quel punto ſi ſpiccava un ſol, viviſſimo, unito raggio, che ſcendeva alle foglie più vicine; II. Nell'iſteſiſſimo punto alcune foglie alzavano la loro punta verſo la eſtremità della verga, reſtando coll'altra eſtremità attaccate al piatto: III. e reſtavano in quel ſito, finochè ſi continuava a ſtroppicciare il globo. IV. Ma nell'atto del propagarſi l'elettriciſmo, ſe altri teneva un dito vicino alla campana, io vedeva con guſto alcune foglie giacenti ſul piatto accorrere all'interiore ſuperficie della campana nel luogo del contatto del dito.

119. Queſto ſenſibiliſſimo movimento delle foglie, che accorrevano al dito mi convinſe ſempre più, che realmente gli elettrici movimenti ſi facciano independentemente dall'azione dell'aria. Nè mi fu difficile lo ſcorgere nella mia teoría la ragione, perchè le altre foglie alzaſſero ſoltanto le punte, e così ſoſpeſe ſi fermaſſero. Imperciocchè l'elettrico vapore pel voto liberamente ſi propaga (114); altronde, come vedremo poco dopo, l'elettrico vapore quaſi in iſtante equabilmente ſi diffonde ne'corpi, a'quali liberamente ſi comunica. Dunque nell'iſtante, che il raggio elettrico ſi ſpicca dalla punta della verga verſo le foglie, ritrovandole meno elettriche della verga, le determinerà ad alzarſi verſo di eſſa: ma perchè quaſi nello ſteſſo iſtante eſſo vapore ad eguaglianza ſi diffonde nel piatto, e nella macchina pneumatica tutta; ſarav-

vi

vi tosto egualissimo elettricismo e nella verga, e nelle foglie, e nel piatto della macchina pneumatica; mancherà dunque la ragione, perchè esse piuttosto alla verga si dirigano, che al piatto (50).

120. La ragione dell' accorrimento de' minuzzoli al luogo del dito, della sospensione delle punte, piuttosto che di altra parte, e della continuazione della sospensione medesima si darà a suo luogo. +

+ prenons donc patience.

121. In tanto per più chiaro vedere, se veramente pella ragione da me accennata avveniva, che alzassero solamente la loro punta le foglie poste sul piatto, e non facessero le solite vibrazioni, ripigliai la istessissima esperienza, aggiungendo solamente sotto la macchina pneumatica uno scanno atto ad isolarla. Ed in questo caso ecco i differenti fenomeni, che ne risultavano rispetto a' fenomeni del primo caso. I. Nel primo caso lo scorrimento del raggio elettrico nel voto dalla punta della verga al piatto, ed il sospendimento delle punte delle foglie verso la verga continuava, finchè durava l' elettrizzamento del globo. Nel secondo caso il raggio appena compariva per alcun minuto secondo, poi cessava, e le punte delle foglie restavano sospese per quel breve tempo, poi si abbassavano. II. In quello nè la catena elettrica, nè la macchina pneumatica davano scintille‡ in questo e l'una, e l'altra ne dava, ed in cavarsi una scintilla dal piatto della macchina pneumatica ricompariva il raggio, e le foglie rialzavano la punta; ma ed il raggio in pochi istanti scompariva, e le foglie di bel nuovo si abbassavano.

122. Ora queste differenze e la spiegazione nostra, e la universale teoría, su cui quella si appoggia, pienamente comprovano. I. Non essendo isolata la macchina pneumatica il vapore elettrico pel voto liberamente in essa, e per essa nel suolo si disperde (114); onde non avvi ragione de' segni elettrici, nè nella catena, nè nella macchina pneumatica, che è parte della catena (50). Ma essendo isolata la macchina pneumatica sì nella catena, che

I. Les effets de l'elec. sont plus forts quand la matiere affluente est plus abondante et elle l'est quand la machine pneumatique n'est point isolée. II je le vois bien les corps ne s'electrisent point s'ils ne sont isolés ‡ en ce cas la machine pneum. isolée, on luy fournit une matiere affluente qui releve les feuilles, et qui ranime le jet de matiere effluente de la pointe. Voila nos explications toujours celles du P. B.

Cette explic. porte sur un fait qui n'est pas vray.

‡ N.ta que dans le cas en question la mach. pneumatique ne donne point d'etincelles, mais bien la chaine qui se trouve isolée a cause de la cloche de verre qui la tient séparée de la mach. pneum. le R. P. s'est oublié icy, il nous donne pour vray un fait qu'il n'a

che in eſſa macchina liberamente ſi accumula l' elettrico vapore (55); onde avvi ragione de' ſegni elettrici e nell' una, e nell' altra (50), e delle ſcintille. II. Non eſſendo iſolata la macchina, ſe ceſſi per un punto di tempo l' accorrimento del raggio dalla verga, reſta eſſa macchina pneumatica mancante di vapore riſpetto alla catena, e verga, giacchè continuamente diſperde quanto acquiſta (56); avvi dunque ragione, perchè il raggio ſia continuo, e continua la ſoſpenſione delle punte delle foglie (50): ma eſſendo quella iſolata, poſcia che il vapore elettrico ſi ſarà egualmente accumulato e nella catena, e nella macchina pneumatica; non vi ſarà ragione, perchè o ſegua ad iſcorrere il raggio, o ſeguano a ſoſpenderſi le foglie (50), ſe non, quando cavandoſi ſcintille, ſi aſſorbirà parte dell' elettriciſmo della macchina pneumatica, per cui compenſare ſcorrerà di bel nuovo il raggio elettrico (46), che, come ſempre, pei pochi iſtanti, che durerà, di nuovo ſoſpenderà le punte de' minuzzoli (*a*).

123. E queſto sì eſatto conſentimento di tanti, e tanto varj cambiamenti co' noſtri principj non ne ſono eglino una robuſtiſſima prova?

124. Per quello, che ſpetta alla queſtione, che principalmente riſguardano queſte eſperienze, certamente è manifeſto : I. l' aria non eſſere aſſolutamente neceſſaria pegli elettrici movimenti (117); II. per altro poter avvenire, che ove manchi l' aria, manchino que' movimenti, in quanto che per tale mancanza i cor-

(*a*) Ho replicate moltiſſime volte queſte eſperienze nel voto, ora con tutte le medeſime circoſtanze, ora variandone alcuna; per eſempio allontanando, od avvicinando la verga metallica a' corpicciuoli, cambiando i corpicciuoli medeſimi, adoperando per eſempio in luogo delle foglie metalliche alcuna polvere di tabacco, cruſca, od altro. E ſempre mi è avvenuto di oſſervare, che nel primo moverſi il raggio verſo queſti corpicciuoli avveniva in eſſi alcun movimento, ma che appena propagatoſi in eſſi, e nella macchina pneumatica l' elettrico vapore, ogni movimento finiva.

corpicciuoli ſi trovino toſto di mezzo a due corpi egualmente elettrizzati (122).

125. E da queſto univerſaliſſimo principio dipende la ragione di un particolare ſperimento, che, come di ſopra abbiamo viſto (65, 68, ec.), ho reſo univerſale quanto il principio medeſimo. Ecco lo ſperimento in particolare. Si ſtroppiccia, ed eletizza un tubo di vetro, e con replicati ſperimenti ſi determina la diſtanza, da cui può atrarre i corpicciuoli, e conſeguentemente l'ampiezza della elettrica atmosfera di lui. Si collocano poi ſu d'un tavolino due tavolette piane, verticali, e parallele tra di loro in tale diſtanza, che, ſe di mezzo ad eſſe ſi preſenti orizontalmente il tubo elettrizzato, la elettrica di lui atmosfera debba toccare le tavolette prima, che poſſa arrivare al piano del tavolino; ed in queſto caſo il tubo non darà il minimo movimento a' minuzzoli ſparſi ſul piano di eſſo tavolino tra le due tavolette: ma ſe la diſtanza delle tavolette ſia maggiore della diſtanza poch'anzi determinata, il tubo agiterà i minuzzoli, com'anche gli agiterà, quantunque la diſtanza ſia come nel primo caſo, ſe in luogo delle tavolette ſi adopreranno due laſtre di vetro.

126. E di tutto queſto ognuno ben ne vede chiariſſima la ragione ne' noſtri principj. Nel primo caſo toccando l'atmosfera le tavolette prima che i minuzzoli ſparſi ſul tavolino, per eſſe nel tavolino, e ne' minuzzoli ſi diffonde, prima che poſſa direttamente colpire i minuzzoli medeſimi; onde il tavolino eſſendo e prima, e più efficacemente elettrizzato di quello, che direttamente lo ſieno i minuzzoli, reſteranno queſti al tavolino aderenti, nè vi ſarà ragione, perchè verſo il tubo ſi movano (50); ma nel ſecondo caſo potendoſi colpire dall'atmosfera, ed elettrizzare i minuzzoli, ſenza che ſi elettrizzino le tavolette, ed il tavolino; ſi vibreranno i minuzzoli medeſimi (50); E ſi vibreranno ſimilmente, ſe in vece delle tavolette ſi adatteranno due laſtre di vetro, perchè non propagandoſi per eſſe, come elettriche per ori-

L'autheur se donne trop bien de la peine pour expliquer des faits qui sont des consequences naturelles d'autres faits connus de tout le monde. ne sçait on pas que la matiere affluente se porte la ou il y a plus de matiere Electrisable, la table doit donc perdre son atmosphere, ou estre electrisée par entre deux planches qui sont apportées de luy enlever la vertu; et ne la pas perdre de meme entre deux verres qui ne sont pas a beaucoup pres aussi

origine, l'elettriciſmo, ſi eletrizzeranno i minuzzoli, anzichè ſi elettrizzi il tavolino.

127. Ma poichè abbiamo provato, la meccanica cagione de' movimenti, che ne' corpicciuoli poſſa deſtare l'elettriciſmo, nè alla materia *affluente*, nè alla azione, o *riazione* dell'aria (a quali due capi ſi riducono tutti i ſiſtemi, fin'ora propoſti da' Fiſici, che non ſi fondano ſulla teoría noſtra) o in parte, o in tutto doverſi attribuire; anzi poichè abbiamo provato non ſuſſiſtere la ſpiegazione ricavata dall'*elatere* del vapore elettrico, con che ſi è creduto di poter iſpiegare alcun particolare fenomeno l'ingegnoſiſſimo Franklin, che per altro in molte particolari ſperienze il primo di tutti ha adoperata la teoría, cui noi diamo tutta la poſſibile eſtenſione; richiederebbe ora il compimento dell' opera, che ſi poteſſe aſſegnare la individua meccanica maniera, onde ſecondo il noſtro principio debbano neceſſariamente avvenire i fin' ora deſcritti movimenti.

128. Ma a queſto propoſito per ora non ho io altro da aggiungere, che il detto del grande Nevvton „ Da fenomeni della „ natura derivare due, o tre generali principj del moto, ed indi „ ſpiegare, come le proprietà, ed azioni delle coſe corporee tutte „ da queſti manifeſti principj ne ſeguano, ſarebbe queſto un „ grande avanzamento della Filoſofia; benchè la ragione di que- „ ſti principj non ſi foſſe per anco conoſciuta (*a*). Dunque mi appago io di avere ridotti ad un ſolo principio, o ſe così piaccia ad una ſola univerſaliſſima legge tutti i movimenti, che ſi eccitano pell'elettriciſmo; cioè, avvenire tutti pella forza dell' elettrico vapore, che dal corpo, in cui ve ne ha più nel corpo, in cui ve ne ha meno ad eguaglianza ſi eſpande. Laſcio a' più acuti, o meno occupati il piacere di formare ſiſtemi ſul principio medeſimo, e limito la mia aſſerzione a quello, di che i fatti mi convincono; ſicuro, che giova il ſapere quello, che attualmente è, che è ſuperfluo il fingere quello, che potrebbe eſſere. Dunque

ne'

(*a*) *Nevvton Ottica quæſt.* XXXI.

ne' capi ſeguenti anderò aggiungendo al principio ſtabilito quelle particolari determinazioni, che mi ſveleranno l' eſperienze . A queſto capo penſo di porre ottimo fine, facendo vedere, come attenendoſi al principio medeſimo, oltre a' movimenti fin' ora eſpoſti non ſolo ſi poſſono ſpiegare i movimenti di alcune macchinette ſolite a praticarſi nell' ordinario elettriciſmo; ma inoltre ſe ne poſſono altre a beneplacito inventare, che co' movimenti loro il principio, ſu cui ſe ne fonda la invenzione, alzino al ſommo grado di evidenza.

129. Nè mi arreſterò di molto in iſpiegare, come avvenga la vibrazione de' pendoli ſoſpeſi per un filo di ſeta tra campanelli, uno de' quali comunichi colla catena, e l'altro col muro; imperciocchè queſto è l' iſteſſiſſimo caſo, che abbiamo ſpiegato nel numero 76.

130. Avvertirò ſolamente alcune particolarità dal noſtro principio dipendenti, I. poterſi far ſuonare quanti campanelli ſi vuole. Sia il campanello A anneſſo alla catena, da cui diſti due pollici in circa il campanello B iſolato, e da queſto diſti ſimilmente due pollici il terzo campanello C iſolato eſſo pure, ed in ſimili diſtanze ſe ne adattino quanti ſi vuole tutti iſolati, eccetto l'ultimo, che comunichi col muro, e di mezzo alli campanelli A, e B penda una palletta di bronzo ſoſpeſa per un filo di ſeta conſeguentemente iſolata. Una ſimile penda tra B, e C ec.

131. Il primo pendolo s'accoſterà ad A per riceverne il vapore eceſſivo, indi ſi ſcoſterà, ed anderà a C per compartirglielo; il ſecondo pendolo verrà a C, per ricevere queſto ecceſſo, indi a D per compartirglielo, e così ſempre, finchè queſto ecceſſo ſi diſperda nell' ultimo, che comunica col ſuolo.

132. II. Avvertirò ſimilmente, averſi lo ſteſſo giuoco, ma aſſai più vivo tra due, o piu campanelli, come ſopra, diſpoſti; il primo de' quali ſia anneſſo ad un' attinenza della catena, e l'ultimo ad un' attinenza della macchina, il che concorda con quanto ſi è detto nel num. 78.

Je laisse icy l'autheur avec les petites machines dont il a essayé de rapporter le jeu à son principe mais j'ose assurer au lecteur que les vaisseaux qu'il en donnera ne seront pas conformes aux idées de mechanique comme il se flatte.

133. E passerò ad altri movimenti, che sebbene tra loro molto diversi, tutti per altro all'unico nostro principio si riducono. Voglia per esempio alcuno rappresentare il giuoco dell'altalena. Eccone il modo assai semplice, e facile; I. su d'una tavoletta lunga due piedi in circa, e larga sei pollici s'impianti nel mezzo un sostegno alto 10. pollici in circa atto a regere un giogo di bilancia mobilissimo; II. Questo giogo si faccia di cristallo annettendovi con mastice i perni ad una somma mobilità adattati; III. Sulla estremità del giogo si adattino due figurine elettrizzabili per comunicazione, che affine di chiarezza maggiore si chiamino A, e B. IV. Si collochi questo ordigno di fianco tra la macchina, e catena. V. Escano due rami di metallo dalla catena, talmente ad essa adattati, che nel ruotarsi il globo non soffrano molta agitazione, ed uno di questi vada a sostenere una figurina C sopra la figurina A in distanza da essa di due pollici circa, l'altra vada a sostenere una simile figurina D sotto la figurina B. VI. Similmente escano due rami dalla macchina, uno de' quali vada a sostenere una figurina E sotto la figurina A, e l'altro vada a sostenere una figurina F sopra la figurina B; e, così adattate le cose, si vedranno con vivacissimo moto alternativamente alzarsi, ed abbassarsi le figurine, che cavalcano il giogo.

134. Imperciocchè, se e la macchina, e la catena sono ambedue isolate (22), comincierà per esempio la figurina A ad alzarsi verso la figurina C annessa alla catena conseguentemente elettrica per eccesso (50, 63), e nell'istesso tempo la figurina B per simile ragione si abbasserà alla figurina D similmente elettrica per eccesso (50, 63); onde questa prima vibrazione sarà determinata da due eccessi uno di C, l'altro di D; ma le figurine A, e B, ricevuto questo eccesso, si vibreranno in parti opposte a compartirlo alle figurine E, F elettriche per difetto, onde la seconda vibrazione, e tutte le seguenti saranno velocissime, perchè determinate da due eccessi costanti di C, e D, e da due difetti costanti di E, ed F.

135. Si badi, che i rami procedenti dalla catena non si confondano co' rami procedenti dalla macchina, nè passino troppo vicini a' medesimi. In tal caso il vapore si diffonderebbe ad egualianza in essi rami, avanti di giongere a produrre le vibrazioni del giogo (46, 50).

136. Nè alle sole vibrazioni si limita la attività dell'elettricismo; ma si può per essa secondo la teoría nostra intesa, ed applicata ottenere un continuo movimento di rotazione. I. Con un perno di acciaio si attraversi normalmente, e pel centro un cerchio di legno sottile di un piede di diametro. II. Si collochi in posizione orizontale questo cerchio, e conseguentemente in posizione verticale il perno, sicchè con una estremità molto acuta posi in un piccolo cavo fatto in una lamina di metallo, e l'altra estremità ben arritondita, e liscia s' inserisca entro ad un buco similmente ritondo, e liscio fatto in una simile lamina, e sia tale la capacità del buco, che in esso possa liberamente aggirarsi il perno, ma senza rissalto. III. La lamina, su cui posa il perno potrà essere infitta in una qualunque base, da cui si alzerà un braccio assai massiccio, che passando in distanza di otto pollici dal cerchio si ripiegherà per andare a sostenere l'altra lamina, entro a cui l'altro capo del perno si aggira. IV. Si distribuiscano poi nella circonferenza del desco in distanze eguali, e vi si annettano con mastice, od altro dodici laminette di vetro larghe due linee, e tanto lunghe, che quattro pollici della loro lunghezza restino fuora della circonferenza. Queste laminette devono adattarsi secondo la direzione de' raggi del cerchio, e sulla estremità di ciascuna di esse dee adattarsi una figurina elettrizzabile per comunicazione. V. Ciò fatto si collochi questa specie di ruota a fianco, e tralla macchina, e catena, e si adattino quattro rami, come nel numero 133., due procedenti dalla catena, e due dalla macchina, che vengano a presentare quattro figurine alle figurine del cerchio; sicchè però i rami della catena presentino le loro figurine a due figurine del cerchio,

che sono nello stesso diametro, e i rami della macchina presentino le figurine loro in distanza di un quadrante dalle prime, e similmente in parti opposte.

137. Ne avverrà, che mentre le due figurine attinenti alla catena trarranno a se due figurine del cerchio, per dar loro del proprio vapore eccessivo (50, 63 ec.), le altre due procedenti dalla macchina, che distano dalle prime un quarto di cerchio, trarranno a se due altre figurine del cerchio, per torre loro parte del vapor naturale; onde queste arrivando verso le figurine procedenti dalla macchina, ne saranno tratte con forza proporzionale al suo difetto, ed all'eccesso di quelle; e le figurine del cerchio, che saranno state elettrizzate dalle figurine della catena, saranno poi tratte dalle figurine della macchina con forza proporzionale, ed al difetto di queste, ed all'eccesso loro (50, 63 ec.)

138. Molte altre simili macchine, ed anco più composte, si potrebbono inventare regolandone la costruzione, e moto sul principio delle due differenti specie di elettricismo, e sulla cagione degli elettrici movimenti. Così Franklin, a di cui imitazione ho costrutta quest'ultima macchina (*a*), dice, d'aver eseguito una macchina, in cui colla forza di due bocce una elettrizzata per eccesso, l'altra per difetto rappresenta il movimento de' Pianeti. Ma non istimo conveniente ingolfarmi in descrivere macchine più composte per non allontanarmi di troppo dal principale instituto di questo capo, che è di ridurre ad una generalissima legge tutti i segni elettrici. E certamente pegli elettrici movimenti, che tutti si riducano a questo principio, che i corpi inegualmente elettrici

a

(*a*) Questa mia macchinetta non differisce dalla macchinetta di Franklin se non se in questo, che egli move la sua coll' elettricismo di alcune bocce caricate, il quale in un quarto d'ora, o al più in mezz' ora si dissipa, e disperde; ed io applico a movere la macchinetta l'elettricismo per difetto della macchina elettrica, e l'elettricismo per eccesso della catena, quali potendosi ad arbitrio continuare, si può ad arbitrio continuare il movimento della macchinetta.

a vicenda si avvicinino, a sufficienza si è dimostrato, e colla spiegazione de' comunemente conosciuti movimenti, e colla invenzione de' movimenti delle mentovate semplicissime macchine, che al principio medesimo debbono la loro invenzione, ed attività.

139. In quanto poi alle scintille, e venticello elettrico, de' quali segni ancora ne siamo proposto di ragionare in particolare in questo capo, bastano pochi sperimenti a far vedere, che non solamente dipendono dal nostro universale principio; ma anzi sono lo stesso elettrico vapore, che dal corpo, che ne ha più, nel corpo, che ne ha meno, ad eguaglianza si diffonde.

140. Se due persone si isolano, e toccano la catena, nessuna delle due o sente il venticello elettrico, qualora si avvicinano il rovescio della mano, o riceve scintilla, qualora una accosta il dito al corpo dell' altra.

141. E lo stesso avviene, se due persone si isolano, e toccano la macchina attualmente elettrizzata.

142. Ma una persona, che stia sul suolo, ed una, che sia parte della catena, o macchina attualmente elettrizzate, hanno amendue la sensazione del venticello, e di mezzo ad ambedue scoppiano le solite scintille.

143. E la sensazione del venticello elettrico, e la vivezza delle scintille hanno la massima intensità tra una persona, che appartenga alla macchina, ed un altra, che appartenga alla catena.

144. Dunque nè il venticello, nè le scintille elettriche dipendono dal solo eccesso del vapore egualmente accumulato in diversi corpi; imperciocchè nel caso del num. 140. ambe le persone sono elettriche per eccesso, eppure non isperimentano i suddetti segni.

145. E similmente nè il venticello, nè le scintille sono cagionate dal solo difetto del vapore tolto da' corpi; imperciocchè nel caso del numero 141. ambe le persone sono elettriche per difetto, senza che tra loro si abbiano i segni medesimi.

146. Ma, poichè si hanno le scintille, e venticello I. tra una

per-

persona, che ne ha la quantità naturale, ed una, che ne ha di più; II. tra una persona, od altro corpo, che ne ha la quantità naturale, ed una persona, od altro corpo, che ne ha meno (140, 141) III., e si hanno vivissimi questi segni tra una persona, che ne ha più, ed un'altra, che ne ha meno della quantità naturale (143, 48, 49); ed altronde il vapore elettrico dal corpo, in cui è in quantità maggiore, si diffonde nel corpo, in cui è in quantità minore (46); e lo stesso vapore elettrico è quel fluido che scintilla, e produce il venticello elettrico (39 *nota*); ne segue, che le scintille, e venticello elettrico sieno lo stesso elettrico vapore in quanto che dal corpo, in cui è in quantità maggiore, si diffonde nel corpo, in cui è in quantità minore.+

147. Resterebbono a vedersi moltissime cose circa la ragione, per cui lo stesso vapore, che diffondendosi produce le scintille, produca in diverse circostanze il solo venticello, e circa la varia attività delle scintille medesime: ma queste, e molte altre particolarità addimandano ulteriori notizie di altri fatti, che intraprendiamo ad esporre in un capo distinto.

Selon vos principes la personne qui est sur le plancher et qui presente son doit a la main ou vetu d'une autre personne qui fait partie de la chaine, cette personne dis-je a moins de feu Electrique que l'autre; cependant il sort de son doit une aigrette tres distincte, et un vent qui se fait sentir sans equivoque a la personne Electrisée: ce fait est de toute evidence, il est connu de tous les Electrisans; et l'aigrette dont je parle ne differe en rien de celle qui vient du doit de la personne Electrisée quand une autre personne non isolée luy presente le plat de la main.

CAPO

CAPO III.

In cui I. *si congettura sulla maniera, con che lo stroppicciamento fa circolare il vapore elettrico dalla macchina alla catena.* II. *Si sperimenta sulla velocità, con cui l'elettrico vapore si diffonde nella catena.* III. *Si prova, che il vapore elettrico scorre per addentro alla sostanza de' corpi elettrizzabili per comunicazione;* IV. *e, che elettrizza bensì l'aria, che attornia essi corpi, ma non iscorre lungo la medesima;* V. *che si dirige con forza maggiore pella massima dimensione de' corpi;* VI. *che ove si ristringono le sostanze, pelle quali scorre, ivi esso si condensa, ed acquista attività singolare;* VII. *Donde si prova, e spiega, come l'elettrico vapore si disperde pelle punte de' corpi attorniati da' altri corpi, che hanno quantità minore di elettrico vapore, e si spiegano varj fenomeni indi dipendenti.* VIII. *Poi si prova, e spiega, come l'elettrico vapore sia tratto dalle punte presentate a' corpi, che hanno quantità maggiore di elettrico vapore, e similmente si spiegano i fenomeni, che indi provengono.* IX. *Si rendono visibili l'atmosfere de' corpi elettrizzati per eccesso, e de' corpi elettrizzati per difetto.* X. *Si prova, che la cagione produttrice di queste atmosfere, ed apparenze, o mutazioni loro è la medesima, che la ragione universalissima de' movimenti elettrici.* XI. *Si prova la differenza di quelle atmosfere; e si dà la ragione, perchè ambedue debbano apparire simili, e produrre effetti simili.* XII. *Finalmente si sperimenta sulla proporzione, che passa tralla atmosfera, o segni elettrici, e le dimensioni*

ni de' corpi elettrizzati; onde si scoprono nel vapore elettrico alcune proprietà comuni a fluidi elastici.

148. POichè la generalissima legge, giusta la quale si propaga l'elettrico vapore, e con diversi segni si manifesta, abbiamo e con fatti universali provato nel primo capo, e con particolari sperimenti nel secondo diffusamente confermato; richiede ora l'ordine naturale, che le particolari maniere, onde avviene questa propagazione, ci sforziamo d'investigare sperimentando parte a parte con tutta la possibile diligenza. E per ordire dal suo principio questa intricatissima serie, cominciamo ad esaminare più accuratamente la cagione eccitante l'elettricismo.

149. Abbiamo detto (5., 46.), essere questa lo stroppicciamento del globo; non già che scaturisca il vapore dal vetro, che ne sia la unica inesausta sorgente, come la massima parte de' Fisici, e lo stesso Nevvton (ottic. lib. III., quest. VIII.) hanno creduto: ma anzi perchè la pressione, e le vibrazioni, che soffre la mano, od altro corpo, che stroppiccia, determinano parte del vapore in esso ad eguaglianza diffuso (45) ad accorrere sul globo; ed accorrendo dal suolo in quel corpo tanto vapore, quanto quello al globo ne somministra (46), si ha in tal guisa del vapore medesimo verso il globo una perpetua corrente.

150. Nè m'impegnerò io qui ad assegnare la meccanica individua maniera; con che l'azione dello stroppicciamento determini questo accorrimento; non può essa raggiongersi coll'osservazione, e vane sarebbero le congetture, che su d'essa non si appoggiassero. Confermerò piuttosto la possibilità di questo fatto colla verità di un altro, che ha con esso molta analogia.

151. Universalmente si sa, che lo stroppicciamento vicendevole di due corpi gli scalda, e sì ne eccita il foco in essi nascoso, che talora gli abbrucia, gl'infiamma, gli scioglie.

152.

152. Dunque, come le parti del fuoco, così le parti dell'elettrico vapore, che, come vedremo, ha col fuoco comuni molte proprietà, e quella fra le altre di spandersi ad eguaglianza, possono essere determinate dallo stroppicciamento ad accorrere sulla superficie de' corpi, che si stroppicciano.

153. Anzi, se debbo dar luogo a congetture, che dalla osservazione mi si somministrano; potrebbe ben essere, che lo stroppicciamento della mano col vetro primieramente (ciò che avviene in ogni stroppicciamento (151.) determinasse alcune parti di fuoco nella mano diffuse ad accorrere sulla superficie del vetro, e che queste determinassero ad accorrere seco, o seguirle comunque il vapore elettrico.

154. Ecco i motivi di questa congettura. I. Esperimento, che, come ogni stroppicciamento (151), così lo stroppicciamento della mano col globo eccita e nella mano, e nel globo alcun grado di calore. II. Anzi il cotidiano uso di sperimentare sull' elettricismo mi ha fatto scorgere, che, per eccitare l'elettricismo in tempo non molto proprio, giova assaissimo scaldare alquanto il globo, e la mano, che dee stroppicciarlo. III. Inoltre l' esperienze, che sono per arrecare a suo luogo della propagazione del vapore elettrico pella fiamma, o fuoco a preferenza, che per altri corpi, e della infiammazione degli spiriti, o corpi più carichi di fuoco pella scintilla elettrica, mi hanno indotto a credere, che appunto verso le parti ignee, piuttosto che altrove, si dirige il vapore elettrico. IV. E finalmente la considerazione, che alcuni corpi pella sola fusione acquistino, e conservino la virtù elettrica di attrarre i corpicciuoli (7), mi fa sospettare, che appunto l' eccitamento delle ignee particelle debba servire di mezzo pell' eccitamento dell' elettricismo.

155. Ma pure nulla di questo io affermo. Pell' uso dell' elettricismo, e pella verità della teoria nostra basta, che sussista quanto diffusamente si è provato intorno al continuo accorrimento del

vapore elettrico ſul vetro dal corpo, che ſtroppiccia, ed in queſto dal ſuolo (46).

156. Dunque il vapore accumulato ſul vetro ſu d'eſſo ſi arreſterebbe; imperciocchè, come vedremo nel capo ſeguente, ritiene il vetro il vapore ſu d'eſſo accumulato, e non ne diſperde ſe non quanto ſucceſſivamente paſſa o in contatto, o aſſai vicino ad un corpo elettrizzabile per comunicazione: ma appunto, paſſando ſucceſſivamente la zona del vetro ſtroppicciata, e caricata di vapore in contatto del fiocco metallico ſolito adattarſi a capo della catena, per eſſo nella catena ſi diffonderà, e manifeſterà la ſua propagazione colle ſtellette elettriche, che formerà ſulle punte del fiocco ſuddetto (42); Sicchè e lo ſtroppicciamento del globo, e l'iſolamento della catena ſono nel caſo comune dell'elettrizzamento della medeſima (23) la ragione, onde eſſa per eccеſſo ſi elettrizza. Lo ſtroppicciamento carica il globo del vapore eccеſſivo, che eccita dal corpo, che ſi ſtroppiccia (155); Dal globo tanto ſe ne diffonde nella catena, quanto ſi equilibri col vapore eccеſſivo, di cui è continuamente proviſto il globo medeſimo (46). Nè dalla catena altrove ſi diffonde queſto eccеſſivo vapore pell'eſatto iſolamento (48). +

+ je vois bien que le globe frotté [illegible] excès du feu Electrique dans la chaine isolée, mais il faut que on m'accorde aussi que de la chaine vers le globe il coule une pareille matière comme on la voit très clairement. jusqu'icy l'autheur n'a produit que des conjectures après et il les donne comme si elles luy avoient bien coutés des peines.

157. Non mi arreſterò ad iſpiegare più minutamente l'elettrizzamento della macchina per difetto (24), che ſiccome l'iſolamento della catena fa, che non ſi diſperda nel ſuolo l'eccеſſo, che riceve dalla macchina; così l'iſolamento della macchina fa, che non ſi ſuppliſca dal ſuolo il difetto del vapore, che ella diſperde nella catena (49); e di queſto altrove ſi è abbaſtanza parlato.

158. Paſſerò ad accennare alcuna coſa intorno ad altre particolarità, che ſi oſſervano nella propagazione dell'elettriciſmo. E, per cominciare dalle più ſemplici, parlerò primieramente della velocità, e direzione dell'elettrico vapore, che lungo ad una catena ſi propaga.

159. Univerſalmente aſſeriſcono i Fiſici, eſſere sì grande la velocità dell'elettrico vapore, che nello ſteſſo iſtante, che ad un capo d'una cor-

corda lunga per fino 1256. piedi si avvicina un tubo di vetro elettrizzato, all'altra estremità si hanno i segni elettrici, e principalmente i movimenti de' corpicciuoli. Su questo punto ho io fatte le seguenti sperienze. Ho teso ed isolato in giro d'un ampio chiostro una serie di cordicelle da cembalo di quelle, che si segnano col num. 8., sicchè formavano una catena lunga da cinquecento piedi parigini. Ho annesso un capo di questa sottilissima sì, ma lunga catena al fiocco metallico contiguo al globo. All'ultimo capo di questa catena, che riducevasi ad essere lontana 4. piedi dal suo primo capo, ho appeso una palla di legno dorata. Sotto questa, ed in distanza di un pollice ho posto un piatto di stagno con minuzzoli di foglie d'oro. Accanto al primo capo della catena aveva adattato un pendolo sospeso tra gli archi di cicloide atto a fare due vibrazioni in un secondo. Un pezzo di cordicella simile alla suddetta, e ad essa annodata tenea il pendolo sospeso fuori di sua direzione. Ne avveniva quindi, che la catena per via di questa comunicazione col pendolo, e conseguentemente col suolo non cominciava ad elettrizzarsi che nell'istante, che io troncava la comunicazione medesima, nel quale istante cominciava a vibrarsi il pendolo. Dunque avendo io più volte sperimentato, m'è sempre riuscito di contare almeno una vibrazione avanti di scorgere alcuna menoma agitazione ne' minuzzoli suddetti.

voila qui est bien delicat ... bien le grand Geometre, un pendule ... cycloyde, pour la seconde cela ... été sujet a trop d'erreur.

160. Ho replicata l'istessissima sperienza in una corda di canapa egualmente lunga di una linea e mezzo di diametro incirca; e per alcune volte il pendolo ha fatte sette, ed anche più vibrazioni, avantichè si movessero i minuzzoli.

161. L'ho poi bagnata; ed allora i minuzzoli non indugiavano, che due in tre vibrazioni a cominciare ad alzarsi.

162. Certamente queste mie esperienze non consentono appieno colle comuni, che affermano propagarsi l'elettricismo a distanze molto maggiori in un istante ‡ Il che anch'io sperimento verissimo, come vedremo nel capo seguente, nella propagazione dell'elettrico vapore, che si scarica da una boccia

 di

‡ avons aussi donn... les violons ... P. abbe Mouche ... ceux qui ont affirmé la propagation in instanti, ont parlé de l'exp. de Leyde. Mais j'ay toujours distingué cette propagation de celle qui se manifeste par les autres signes, et j'ay dit tres formellement dans mes recherches et ailleurs, que jamais ... quella si fit in instanti; et que j'ai été ... par l'exp.

di Leiden; ma non esperimento egualmente vero nella propagazione del vapore, che facciasi unicamente pello stroppicciamento del globo.

163. Proveremo ne' capi seguenti più ampiamente ciò, che abbiamo già in parte provato (141 , 142), che l' attività del vapore elettrico cresce a proporzione dell' eccesso di lui nel corpo donde si scarica, e del difetto del medesimo nel corpo, in cui si diffonde. Non seguirebbe la medesima legge la velocità, con cui esso si propaga? anzi non dipenderebbe in parte la proporzione suddetta da una simile proporzione di velocità? In tal caso minore dovrebbe essere la velocità del vapore, che pello stroppicciamento del globo si scarica nella catena, la quale ha il vapore a se naturale, di quel che sia la velocità, onde il vapore accumulato, come vedremo, in gran quantità su d' una superficie della boccia di Leiden si scarica nella opposta superficie, che ne è egualmente mancante.

164. Certamente il visibile ritardamento della propagazione pella corda di canapa asciutta (160), ed il ritardimento, che avviene per essa bagnata più che doppio del ritardamento pella cordicella metallica (159., 161), è molto conforme ed alla natura della corda (5), ed alla maggiore facilità, con che proveremo propagarsi l' elettrico vapore pe' fili di metallo, che per una tenue superficie di acqua.

165. Ma non per questo pretendo io di spacciare per norma, e legge della velocità, con che il vapore elettrico si propaga, queste mie esperienze. Può essere, che la propagazione siasi fatta in un tempo assai minore; ma che siasi dovuta successivamente a più doppj replicare, avanti che s' adunasse nell' estremità della catena una quantità di vapore sufficiente ad agitare i corpicciuoli.

166. Ed in somma questo è verissimo, potersi giusta le cose poc' anzi dette (62) almeno in alcun caso dare all' elettrico vapore una velocità, che sfugga la dilicatezza di qualunque nostra più esatta misura. +

167.

+ vous ne nous apprenez donc rien de nouveau et vous avez pu citer les autheurs de qui vous avez receu ces connoissances, et les vues suivant les quelles vous avez fait vos experiences.

167. In quanto alla direzione, con che ſi propaga l'elettrico vapore neſſuno ignora, che lungo alla catena comunque diretta, o che in alto ſalga, o che a baſſo diſcenda, o che in dietro ſi ripieghi, eſſo ſi diffonde, e in ogni dove ſi manifeſta co' ſoliti ſegni.

168. Nè è malagevole coſa il convincerſi, che addentro alla ſoſtanza della catena medeſima, e corpi elettrizzabili per comunicazione ſi propaga. Imperciocchè ho io, come da altri è ſtato praticato, intonacate tutto all' intorno con pece, e maſtice alcune parti della catena pella lunghezza di un piede, di un piede, e mezzo, e più; ed ho oſſervato, che lungo a queſte ſi propagava l' elettriciſmo, e dava i ſoliti ſegni egualmente vivi nelle ſucceſſive, che nelle precedenti parti della catena medeſima.

169. Ma inoltre perſuaſo, che il vetro, meglio che altri corpi, reſiſte alla propagazione del vapore elettrico (16), ho empito di mercurio un canello di vetro lungo un piede, e più, laſciandone aperti ambidue gli orificj. Ho poſto un orificio in contatto della catena, e talora della macchina attualmente elettrizzata, ed, avvicinando il dito all'altro orificio, ſcoppiavano le ſolite ſcintille.

Comment le mercure ne se endurcit il pas. Je doute du succès de cette exp. elle ne conclut rien car le verre est conducteur de Electricité aussi bien que d'autres corps.

170. Onde, oltrechè ne era per riſpetto a corpi animati interamente perſuaſo dallo ſcuotimento, che o nell' interiore delle dita, o attraverſo a tutto il corpo cagiona la ſcintilla elettrica, o la corrente del vapore, che ſi ſcarica dalla boccia di Leiden, vidi (168, 169), che anco ne' corpi inanimati elettrizzabili per comunicazione nella interiore loro ſoſtanza ſi propaga il vapore elettrico (*a*).

171. Ma anzi, ſebbene l' elettrico vapore iſcorrendo per un corpo iſolato, da cui conſeguentemente in altri corpi non ſi poſſa diſperdere, ſulla ſuperficie di lui ſi eſpanda, e l'aria, che lo circonda, elettrizzi per eceſſo, e sì ne coſtituiſca la elettrica atmosfera; lungo però allo ſpazio di queſta atmosfera fuori della ſoſtanza del corpo non iſcorre mai il detto vapore, eccetto

(*a*) Si proverà queſto più evidentemente dove tratteremo dell'azione del vapore elettrico ſu i liquori, ſu i metalli, ed altri corpi.

+ Cette opinion est contraire à tout ce que les phénomènes démontrent.

to in quella parte del corpo elettrizzato, che fa la via brevissima dal corpo, che lo diffonde al corpo, che lo riceve. +

172. In fatti spesse volte io adopero, giusta l'uso di Franklin, per catena un tubo di cartone lungo dieci piedi largo un piede ricoperto di carta dorata. La doratura ha in diversi luoghi piccole interruzioni, e dessa sola è, che sostiene tutta l'elettrica atmosfera, ed attraverso a cui unicamente si move l'elettrico vapore. Imperciocchè nel cavarsi al buio una scintilla dalla estremità di questo tubo, osservo, che per ciascuna delle piccole interruzioni, o mancanze della indoratura scoppiano altrettante scintillette. #

cela prouve t il que l'intérieur du corps ne serve aussi de milieu au courant de matière électrique?

173. E queste chiaramente mi indicano; che movendosi il vapore accumulato in atmosfera sul tubo verso il luogo della scintilla pella forza di diffondersi ad eguaglianza (46), non iscorre lungo allo spazio dell' atmosfera; ma nella sostanza della metallica superficie si abbassa, e per essa attraversa, e, dove è sforzato a moversi per alcun piccolo spazio attraverso all' aria fuori della sostanza medesima, ivi scintilla.

174. E questo avviene costantemente, che ovunque attraverso all' aria si move l' elettrico vapore, o che sia attratto in scintille da un corpo straniero, o che si slancj da una punta con impeto spontaneo, o che su d' una punta vada ad unirsi, splende sempre, e luce. ≠

≠ bon, il ne faudra reconnoître la matière électr. que là où elle sera lumineuse. quelle idée!

175. Se dunque il vapore lungo allo spazio dell' atmosfera, o attraverso all' aria si propagasse, o quando si elettrizza la catena, o quando l' elettrico di lei vapore altrove si diffonde; dovrebbe ivi ancora lucere, e ricoprire di splendore la sostanza metallica, fuori di cui si movesse. ⊖

⊖ elle fait aussi quand elle est assez forte; mais quand elle ne le fait pas, les autres signes quelle donne suffisent pour la faire reconnoître.

176. Ma inoltre, se lungo la superficie de' corpi, e fuori della loro sostanza si movesse l' elettrico vapore; niun corpo atto sarebbe ad isolare; perchè quantunque pella sostanza di alcuno attraversar non potesse, non sarebbevi ragione, perchè pegli strati d' aria, che lo circondano, non iscorresse, ed a qualunque altro corpo non si comunicasse. ⊕

177.

⊕ quels raisonnements pour un professeur de physique! cela vaut il la peine qu'on y réponde?

177. Sicchè è manifeſto, I. che il vapore eceſſivo diffondendoſi in un corpo ſcorre pella interiore ſoſtanza di lui (172 ec.); II. che tutto l'eceſſo, o una parte di lui ſi diffonde bensì ne' ſtrati d'aria, e per eceſſo gli elettrizza, il che coſtituiſce la atmoſfera elettrica (171), ma che queſto vapore, di cui ſono caricate le parti d'aria non iſcorre lateralmente d'una in un' altra parte dell' aria medeſima (175); III. che, ſe ad alcun luogo della catena ſi avvicini un corpo ſtraniero, il vapore eceſſivo accumulato nell' aria intorno alla catena pella via breviſſima ſi abbaſſa, e s'interna nella ſoſtanza di lei, e ſcorre al determinato luogo della catena, da cui pella via breviſſima ſi diffonde nel corpo ſtraniero (174, 175, 176). +

+ je laisse a penser aux connoissseurs si cette idée des atmosph. elect. quadre aux les phenomenes les plus communs et les plus singles.

178. E circa queſto ſcorrimento del vapore per entro alla ſoſtanza de' corpi elettrizzabili per comunicazione annovi particolarità degniſſime di tutta la attenzione.

179. Sono celebri le eſperienze del Signor Monnier Profeſſore di Medicina in Parigi (*a*), colle quali pare abbia eſſo provato, che le catene più lunghe danno ſcintille più vive. Così avendo egli ſperimentato ſu d'una lamina di piombo riquadrata; poi avendola diviſa in molte ſtrette lamine, e queſte adattate in diretto l'una dietro all' altra in luogo di catena, ottenne ſcintille più vive in queſto ſecondo caſo, che nel primo; e dice d'avere ottenuto ſcintille penetrantiſſime dall' eſtremità di un lunghiſſimo filo di ottone, che aveva iſolato in giro di un ampiſſimo chioſtro.

180. Da' quali ſperimenti, ed altri ſimili, che io ho replicato, pare ſi poſſa univerſalmente congetturare, che il vapore con alcuna maggiore forza iſcorra ſecondo la lunghezza, ovvero maſſima dimenſione di un corpo, e che iſcorra con forza maggiore per una lunghezza maggiore.

181. Ma avvi faciliſſimo ſperimento, che ben ponderato pone ſott' occhio queſto, che altri hanno ſoſpettato della particolare forza, con che l'elettrico vapore ſi dirige ſecondo la lunghezza de' corpi.

182.

(*a*) Si veda l'iſtoria dell' Academia dell' anno 1746.

182. Si avvicini di fianco un dito all' eſtremità d' un fiocco elettrico aſſai vivo, che sbocchi dalla punta d' una ſpranghetta metallica, ſi vedrà queſto incurvarſi al dito medeſimo, ed in certa diſtanza, e ſito del dito, che è facile a determinarſi, la curva del fiocco ſarà tale, che l' aſſe della ſpranghetta prolungato ne ſarebbe la tangente, per quanto ſi può a viſta eſtimare, nel luogo dove il fiocco sbocca dalla punta.

183. Ma affinchè non vi ſia ſoſpetto, che l' aria comunque influiſca in queſto incurvamento, e sì renda incerto ciò, che indi a noſtro propoſito ſi può dedurre, adopero la macchina pneumatica apparecchiata come nel num. 114.; Solamente fo, che la verga metallica, che entra nella campana, reſti diſtante ſei pollici, o più dal piatto. Colloco poi ſul piatto metallico un piccolo ſoſtegno di ottone, che regge una palletta ſimilmente di ottone, e queſta fo, che reſti in diſtanza orizontale dalla punta di tre pollici circa, e in diſtanza verticale dalla medeſima un pollice. Fatto poi il voto, ed unita la catena elettrica alla verga metallica della campana, ottengo il ſolito raggio elettrico, che, ſe non aveſſe a lato la palla ſuddetta, ſi slancierebbe dirittamente ſul piatto (114); ma in queſto caſo a quella ſi ripiega in una continua curva, e va ad immergerſi ne' punti più vicini della medeſima; e ſpeſſo (cioè quando avvi certa proporzione tralla intenſità dell' elettriciſmo, e la diſtanza tralla punta, e palletta) ne avviene di vedere ciò, che nel fiocco s' è oſſervato (183): cioè, che, ſe s' intendeſſe prolungato l' aſſe della verga, darebbe la tangente del primo arco di queſto incurvato raggio.

184. Il che ne fa chiaro vedere, che l' elettrico vapore con particolare forza ſi dirige ſecondo la lunghezza de' corpi, e che eſſa è la cagione, per cui sbocca dalle punte. +

185. E queſta forza è in tutto conforme a ciò, che in queſto capo medeſimo proveremo; ciò è ſpanderſi l'elettrico vapore con forza proporzionale non ſolo al difetto di parti eguali de' medeſimi: ma anco a certe dimenſioni de' corpi interi, ne' quali ſi dif-

fon-

+ voyez la belle chute après avoir rapporté comme des exp. à soy, celles que les autres ont publiées il y a [illegible] ans. Nous attendions le P. B. pour nous apprendre que la Matière Electrique trouvant plus de liberté à se mouvoir dans le metal que dans l'air, ne sort que par les [illegible] les plus éloignées; quelque piedmontois [illegible]

fonde (46); onde è neceſſario, che con impeto maggiore ſi diffonda ſecondo la lunghezza, ſecondo cui appunto v'ha maggiore dimenſione a elettrizzare.

186. Queſto impeto maggiore ſecondo la lunghezza produce un'altra proprietà nello ſcorrimento dell'elettrico vapore, la quale non ſo, che da altri ſia ſtata avvertita. Eſſa è, che il vapore elettrico ſcorrendo dentro ad una ſoſtanza elettrizzabile per comunicazione, dove ſi riſtringe lo ſpeſſore di queſta ſoſtanza, ivi a proporzione ſi condenſa, e creſce di forza, e di attività. +

187. Proveremo a lungo queſta verità ove tratteremo dello ſcioglimento de' metalli pella forza del vapore elettrico, che vedremo avvenire appunto nelle parti più riſtrette de' medeſimi, ove quello maſſimamente ſi condenſa.

188. E in queſta proprietà diſcerno tutta l'analogia colla meccanica proprietà de' fluidi elaſtici, che movendoſi da' più ampj ne' più riſtretti ſpazj, hanno un certo prodotto di denſità, e velocità reciproco a' ſpazj medeſimi. E nell' iſteſſo tempo vi ſcorgo tutto il conſentimento coll'indole dell'elettrico vapore, che pe' metalli ſcorre con ſingolare impeto (12), e con forza è ributtato dalle parti dell' aria (115), che eſſi metalli circonda; dal che ne ſegue, che, ſcorrendo lungo le punte (185), alle loro parti ſi atterrà fino all' eſtremo, ed a proporzione che ſi riſtringe lo ſpeſſore delle punte, ſi anderà riducendo in denſità ſucceſſivamente maggiore, e ſi ridurrà alla maſſima denſità nello ſpeſſore minimo, cioè ſull' apice delle punte medeſime, dove è minimo il numero delle parti metalliche; e queſta denſità ſi accreſcerà, ſino che la forza di eſpanderſi, che acquiſta il vapore, che ſi condenſa (186), ſi equilibri colla reſiſtenza, che fa l'aria ad eſſerne attraverſata (115); che poi tutto l'eceſſo della forza, che lungo la punta lo dirige, s'impiegherà in islanciarlo fuori della medeſima.

189. E certamente nulla io vedo, che più di queſta ſpiegazione conſenta coll' apparenza, ed effetti del fiocco elettrico. L' apparenza, oltrechè ne pone in viſta la direzione della forza par-

+ Je ne sache veritablement pers[onne] qui l'ait écrit ma[is] il faut que bien des gens l'aient pensé, puisque tout le monde a terminé en pointe les conducteurs dans les commencements mais, comme les pointes ont fait avoir une moindre electricité que les petits mousses, il y a grande apparence que l'on s'est trompé.

ticolare, con che eſſo ſcorre lungo alle punte, ne fa ſcorgere una quantità di vapore, che da un punto ampiamente ſi dilata, ed uno ſpazio aſſai eſteſo ſparge di luminoſi raggi, e a molta diſtanza fa ſentire un forte ſoffio, e in attraverſando l'aria cigola, e ſtride; quali fenomeni tutti ne dichiarano la condenſazione di eſſo vapore nella punta, da cui sbocca. +

190. Gli effetti poi viepiù queſto ne confermano. Ho ſpeſſe volte adoperata in luogo di catena una ſpranga di ferro lunga 12. piedi, che nella ſua eſtremità la più lontana dal globo terminava in punta aſſai acuta. Slanciavaſi da queſta un ampio fiocco, che fino alla diſtanza di un piede con un forte cigolamento diſperdeva tutto il vapore elettrico della ſpranga; ſicchè da niuna parte di lei poteva io ottenere ſe non ſe deboliſſimi ſegni elettrici. Che ſe intonacava con maſtice la punta, toſto otteneva ſegni viviſſimi, e ſpeſſo le ſcintille ſcoppiavano alla diſtanza di otto linee. ≠ Dal che vedea chiaramente, che quanto vapore ſi accumulava in queſta ſpranga, tanto lungo alla punta ſi condenſava, e per eſſa ſi diſperdeva.

191. Ho talora appeſa ad un cordone di ſeta una palla di metallo, cui aveva adattato un lungo, ed acuto ago colla punta in fuori, nè mai mi è riuſcito di elettrizzarla aſſai fortemente con tenerla vicino alla catena; che quanto vapore ſi diffondeva dalla catena nella palla, altrettanto pella punta dell' ago ſi diſperdeva.

192. Talora, mentre la macchina, e catena era iſolata, ho preſentato un ſimile ago ad una parte della macchina; e la catena non finiva mai di dar ſegni elettrici; che quanto vapore ſi diſperdeva in que' ſegni dalla catena, altrettanto le ne ſomminiſtrava il fiocco dell' ago (*a*).

193. E queſti ſperimenti ſono ben ſufficienti a dimoſtrare il diſperdimento del vapore elettrico pelle punte, ed a confermare la da noi arrecata ſpiegazione: ma per vedere in queſto fenomeno ancora un pieno conſentimento colla noſtra teoría: cioè che la

quan-

(*a*) Queſta eſperienza, e la prima parte della precedente ſono di Franklin. ^

+ et avec tout cela si vous voulez une petite étincelle ce n'est pas là qu'il faut la chercher; elle sera d'autant moindre que la barre finira par une pointe plus menue et plus allongée.

≠ c'est voilà qui est certainement ajusté au théâtre: Nous avons commencé avec électricité des barres de fer de 12 pieds de long; et nous avons vû les choses tout autrement.

^ et exagérées comme dans leur auteur.

quantità del vapore, che da un corpo, il quale ne ſovrabbonda, ſi move in altri corpi, è proporzionale alla differenza della quantità di lui in eſſi corpi (61), ſono ſolito a fare il ſeguente conchiudentiſſimo ſperimento.

194. Mi iſolo, e tocco la catena con una mano, e nell'altra tengo una punta. Queſta; I. ſe la dirigo verſo l'aria libera, dà il ſolito fiocco; II. Se la avvicino ad una parte della catena, il fiocco ſi accorcia, e ſcompare; III. Se la preſento al dito di una perſona, che ſtia ſul ſuolo, lo dà più unito, e diſteſo; IV. ſe la preſento al dito d'una perſona appartenente alla macchina iſolata, lo dà anco più vivo, ed a diſtanza aſſai maggiore; V. Se prendono di mezzo queſto fiocco colle loro dita e la perſona, che appartiene alla macchina, e la perſona, che ſi ſta ſul ſuolo, tutto al dito di quella da gran diſtanza ſi piega, ed in eſſo s'immerge; mentre appena una minima parte ſi dirige al dito di queſta benchè viciniſſimo alla punta. +

+ ce que avons dites en dernier lieu est absolument faux j'ai fait l'experience mille fois, et j'ai toujours eu le contraire de ce que avons dites.

195. Cioè, I. la punta elettrica per eccеſſo (48) non dà il fiocco alla catena egualmente elettrica (19), II. lo dà al dito di chi appartiene al ſuolo, che non ha, che il vapore naturale (45); III. lo dà più brillante, e diſteſo al dito di chi appartiene alla macchina, che è elettrico per difetto (49); IV. e preſo di mezzo tra queſte dita ad eſſo, che è elettrico per difetto, quaſi tutto, e da grande diſtanza ſi dirige, ed all'altro appena pochiſſimi raggi comparte, che ha il vapore naturale.

196. E queſta coſtantiſſima legge, giuſta cui l'elettrico vapore ſi diffonde con forza, ed in quantità alla differenza dell'elettrizzamento de' corpi proporzionale, che negl'altri ſegni elettrici s'è avvertita (61), nel fiocco delle punte, che è un ſegno durevole, e che a piacimento ſi può conſiderare, rieſce tanto ſenſibile, che dà l'ultimo grado di evidenza alla ſtabilita teoría.

197. Anzi baſterebbe la ſola conſiderazione di queſte proporzionate mutazioni del fiocco elettrico per dileguare il ſoſpetto

di alcuni: che come dalla catena ai corpi ſtranieri, così da' corpi ſtranieri alla catena accorra una ſimile materia elettrica. +

198. Nulla di meno, poichè può in queſta parte prevenire l'animo di taluno il merito di chi ha e prodotta, e promoſſa queſta opinione; penſo, eſſere pregio dell'opera, l'eſaminarla più da vicino, e attentamente ſcrutinarla.

199. Il fenomeno, ſu cui immediatamente ſi fonda la mentovata opinione, è deſſo, che noi chiamiamo ſtelletta elettrica (36). Oſſerviamolo, e facciamone paragone col fiocco elettrico.

200. Appicco alla catena una punta, e ſtandomi ſul ſuolo preſento ad eſſa la palma della mano. Fo, che un altro ſi iſoli, e preſenti ſimilmente la palma della mano ad una ſomigliantiſſima punta comunicante col ſuolo. Da quella ſpiccia il fiocco; ſu queſta compare la ſtelletta. Il fiocco ſtende, ed uniſce i ſuoi raggi verſo la mia mano alla diſtanza di tre dita, e più. La ſtelletta in ſimile diſtanza dalla mano del compagno appena ha una linea, e mezzo di altezza. Il fiocco allunga, ed uniſce i ſuoi raggi verſo i punti più vicini della mano, ſicchè conſerva bensì una figura in qualche guiſa conica; ma ha la ſua ſuperficie alquanto conveſſa. La ſtelletta è un piccoliſſimo cono di raggi cortiſſimi, che vanno ad unirſi ſulla punta, e quello terminato da una ſuperficie piuttoſto concava. Il fiocco cigola. Cigola eſſa pure, ma molto più leggermente, la ſtelletta elettrica. Il fiocco è un faſcetto di luce. E' un faſcetto, ma aſſaiſſimo più piccolo, di luce, ma molto più debile, la ſtelletta. ≠

201. E da queſte differenze minutamente oſſervate diduco in primo luogo, ciò, che altrove ho già affermato (107), non eſſervi la ſteſſa ragione di dire, che, come il fiocco è vapore, il quale ſi eſpande dalla catena ne' corpi ſtranieri, così la ſtelletta è un ſimile vapore, che da' corpi ſtranieri ſi dirige alla catena.

202. Ma paſſiamo ad eſperienze più conchiudenti # Appicco una palla di metallo ad un cordone di ſeta, che pende dalla ſoffitta,

+ Ce n'est pas un simple soupçon; et toutes vos expériences rapportées cy dessus, toutes précises qu'elles sont, ne seroient pas capables d'abolir cette verité de fait.

≠ quand je prendrois votre expérience pour bonne, mon R. P. je ne serois pas en peine de prouver à des gens sans prévention que ces deux aigrettes que vous vous efforcez de representer comme effectivement differentes, sont en effet d'une même nature, et qu'elles ne different que par leur grandeur, et par leurs directions, l'une venant du corps electrisé et l'autre y allant, et mal à propos decidez vous la question en disant da quella spiccia il fuoco, su questa compare la stelletta c'est ce qu'il s'agit de examiner. mais pourquoy cherchez vous

vous n'en trouvez pas de plus simple ni de plus concluante pour établir

difficiles à distinguer? au lieu de [fitta,] prendre ensuite des petites pointes, que néanmoins vous de[…] grosses, que ne faites vous l'exp. comme je l'ay proposée avec le doigt d'un homme, qui étant […]

fitta, in diſtanza di un piede dalla catena. Adatto alla catena un lungo acutiſſimo ago, che miri colla punta il centro di eſſa palla. Il fiocco, che ne eſce la elettrizza, e ne ottengo viviſſimi ſegni elettrici.

203. Laſcio che di bel nuovo ſi elettrizzi pel fiocco la palla; Poi mi reco in mano quell' ago adattato alla catena, e lo preſento alla palla. Ne compare ſulla punta dell' ago per pochi iſtanti la ſtelletta elettrica, e trovo la palla priva di elettriciſmo. +

204. Uniſco queſte due eſperienze. Cioè fo, che la palla ſia preſa di mezzo dalle punte di due aghi uno appartenente alla catena, l'altro comunicante col ſuolo. Da quella ſpunta il fiocco; ſu queſta ſpende la ſtelletta elettrica, ed in tanto la palla non dà i ſoliti ſegni elettrici.

205. Cioè il fiocco ſolo produce l'elettriciſmo nella palla (202). La ſtelletta ſola diſtrugge l'elettriciſmo prodotto dal fiocco (203), e la ſtelletta coſtantemente diſtrugge l'elettriciſmo, che coſtantemente ſi produce pel fiocco (204). #

206. Onde dee eſſere contraria la cagione della ſtelletta, come ne è contrario l'effetto; E perciò, poichè il fiocco produce l'elettriciſmo compartendo il vapore elettrico alla palla; la ſtelletta dee diſtruggerlo aſſorbendolo in ſe, e diſperdendolo nel ſuolo.

207. Si può avvalorare queſta illazione con moltiſſimi altri ſperimenti. La ſpranga, che nel numero 190 diſperdeva tutto l'elettriciſmo, ſi roveſci, ſicchè la punta di lei reſti contigua al globo; potrà eſſa a piacimento elettrizzarſi, e ſe ne avranno ſegni viviſſimi.

208. Che nel caſo del numero 190 il vapore movendoſi lungo la ſpranga, e arrivando in ultimo verſo la punta, fuori d'eſſa giuſta la ſua direzione ſi ſlancia, e diſperde (188); ma in queſto caſo dirigendoſi al contrario il vapore dal globo per entro la punta (207) ne è in gran copia tratto, e intorno alla ſpranga, che non ſi ſuppone d'altre punte munita, ſi accumula, ed arreſta (48).

209

209. Ma inoltre independentemente dalla dottrina del fiocco, e ſtelletta elettrica abbiamo viſto eſſere aſſolutamente contrarj trà di loro l'elettriciſmo della catena, e l'elettriciſmo della macchina (31): e poi abbiamo provato, la ſtelletta, e il fiocco averſi per riſpetto alla catena in circoſtanze aſſolutamente contrarie alle circoſtanze, in cui ſi hanno per riſpetto alla macchina (37, 38); dunque è d' uopo, che in modo contrario ſi formino, ed il fiocco, e la ſtelletta elettrica. +

310. Stabilita dunque queſta contraria maniera, onde lo ſteſſo elettrico vapore produce il fiocco, e la ſtelletta ſulle punte, la quale in altro non può conſiſtere, che nella direzione contraria, che abbia il detto vapore riſpetto alle punte medeſime, ſicchè il fiocco ſia il vapore, che eſce dalle punte ſovrabbondanti, e la ſtelletta il vapore, che s' inſinua nelle riſpettivamente mancanti (206), ne reſta a vedere come con queſto diverſo andamento del vapore, che ne li forma, conſentano e del fiocco, e della ſtelletta le diverſe apparenze.

211. Il fiocco (ſi veda il num. 198.) d' una punta preſentata ad una ſuperficie ſufficientemente larga eſtende a più pollici i ſuoi raggi, perchè è grande la forza, e denſità, con che ſpiccia da eſſa punta (206). La ſtelletta d' una punta preſentata ad una ſimile ſuperficie appena eſtende la ſua luce a poche linee; che le rade parti di vapore, le quali partono dalla ſuperficie verſo la punta, appena a poche linee dalla punta ſi uniſcono in denſità ſufficiente a movere l' organo della viſta. Il fiocco s' incurva, e ſi piega con qualche conveſſità verſo i punti più vicini, quale conveſſità appunto dee eſſere determinata e dalla forza, con che sbocca dalla punta (206), e dalla forza, con che ſi dirige a' punti più vicini della ſuperficie (134). Al contrario il piccolo cono della ſtelletta allarga anzi i ſuoi raggi verſo la ſuperficie, cui ſi preſenta, ed ha eſteriormente vicino alla punta alcuna piccola cavità, che tale dee eſſere l' apparenza del vapore, che da un rotondo ſpazio della ſuperficie elettrizzata tutto ad un punto ſi dirige, ed in vicinan-

nanza della medesima ottiene già una densità sufficiente per rigettare l'aria, che gli resiste, e ivi s'unisce, in una sola piccolissima linea. Il fiocco cigola, perchè il denso di lui vapore vibra l'aria. Cigola la stelletta, ma più leggermente, che il vapore di lei men denso induce nell'aria vibrazioni men forti; Il fiocco luce, che luce il vapore elettrico qualunque volta attraversa l'aria in una densità sufficiente (174). Luce, ma meno la stelletta pella minore densità de' raggi, che la compongono.

212. E quì si avverta, che non a caso ho io esaminato il fiocco, e la stelletta su punte simili presentate a simili superficie di larghezza sufficientemente estesa; Imperciocchè, se facciasi altrimente, non riesce tanto sensibile la differenza loro. Anzi avvi un caso particolare, in cui si altera talmente la apparenza della stelletta, che essa può facilmente confondersi col fiocco. Ed è quando una punta si presenta ad un' altra punta. Allora sì quella, che dà, sì l'altra, che riceve il vapore elettrico compajono fornite d'un quasi simile fiocco elettrico. E questo caso penso possa essere, che non abbia lasciato discernere la differenza del fiocco, e stelletta elettrica, e le costanti circostanze, nelle quali debbono comparire, ed abbia anzi indotti alcuni Fisici ad ammettere una materia *affluente* alla catena somigliantissima alla *effluente*. +

213. Ma, se accuratamente si osservi questo fenomeno, è egli anzi attissimo a distruggere tale opinione, e ad ischiarire viepiù la verità. Imperciocchè la punta comunicante col suolo, che si presenta, per esempio, alla punta comunicante colla catena in certa assai grande distanza non mostra che la stelletta; nè questa si accresce di vivezza, o d'estensione, se non se a proporzione che al fiocco di lei s'avvicina; ma in tanto a proporzione che quella s'accosta, il fiocco di questa s'incurva, ed unisce i suoi raggi verso l'apice di quella; finchè in certa vicinanza unendosi maggior copia de' suddetti raggi, che giusta la direzione della loro forza anderebbono divergenti, e si disperderebbono, arrivano a formare una stelletta molto più estesa delle so-

+ [illegible] ce n'est pas cela J'ay fait cette exp comme je l'ay rapportée avec le doit du [illegible] la pointe ~~[illegible]~~ d'une espèce de ~~et toutes les~~ peines que vous vous donnez pour persuader que cette aigrette ne va pas de la pointe au corps Electrisé, [illegible] persuaderont pas aux gens clairvoyans, que ce [illegible] dans la pointe. et je doute fort si vous le croyez vous meme a en juger par toutes les efforts que vous faites pour vous tirer de cet embarras.

solite, e piucchè alle solite stellette al fiocco somigliante.

214. E questo, come ognun vede, non rovescia, anzi conferma la nostra teoría, secondo cui, siccome la punta, che si presenta ad una larga superficie elettrizzata all' ordinario, mostra una piccola luce pel rado vapore, che da quella superficie in essa si diffonde; così una punta, che si presenta al folto vapore, che sbocca da un' altra punta, dee mostrare una più estesa, e più brillante luce pella massima parte del suddetto folto vapore, che avanti di allargarsi, e disperdersi pell' aria, ad essa punta si rivolge, e in essa s' unisce.

215. Resta dunque certa, e manifesta la nostra asserzione, + che le punte presentate alla catena ricevono in se il vapore elettrico dalla catena, e nulla ad essa ne danno (210); e più universalmente, che nelle punte proviste di minor quantità di elettrico vapore si diffonde il vapore da' corpi, che ne hanno quantità maggiore.

+ rien de moins que cela.

216. Sicchè, dopo provata la verità del fatto, per farci strada a congetturarne la cagione, ne occorrono primieramente da osservarsi le particolari varietà, con che esso avviene. Queste, che ho con ogni genere d' esperienze accertato, sono le seguenti. I. Un corpo più acuto tira a se l' eletrico vapore da distanze maggiori, ma in minor quantità, e densità, che uno meno acuto. II. Un corpo acuto tira a se l' elettrico vapore da distanze maggiori, ma in minor quantità, e densità, che un simile corpo, cui si tronchi la punta, e s' arrotondisca. III. Il corpo, che termina in convessità maggiore di bel nuovo tira a se il vapore da distanza maggiore: ma in minor quantità, e densità, che un simile corpo di minore convessità; ma questo fin a certo limite; che poi IV. una superficie di poca convessità, e molto più una superficie piana sufficientemente estesa tirano a se il vapore elettrico da poca distanza, ed esso assai raro, e diviso, talchè non s' unisce più in scintille. #

il faudroit dire comment on a fait toutes ces experiences, les ces resultats ont besoin d'être bien décrits.

217. Ora se si abbiano in vista i due principj I, che il vapo-

re

re elettrico ſi diffonde da un corpo nell' altro a proporzione della differenza di elettriciſmo di ambedue (61) ; e che l'aria reſiſte ad eſſo vapore, che diffondendoſi da uno in un altro corpo la attraverſa, ne deriva e del fenomeno, che eſaminiamo, e delle varietà di lui una aſſai eſatta ſpiegazione. E molto più, ſe ſi voglia preſupporre ciò, che dimoſtreremo nel capo quinto con immediata eſperienza; cioè, che il vapore elettrico non attraverſa l'aria ſe non ſe dilatandola, e che dee adunarſi in quantità maggiore a proporzione della più ampia colonna d'aria, che dee dilatare, e per così dire ſmovere da ſuo luogo.

218. Imperciocchè la figura della ſtelletta elettrica ne moſtra, eſſere eſſa formata da molti raggi, che da una aſſai larga ſuperficie del corpo elettrizzato ſi dirigono tutti verſo l'iſteſſo apice della punta, e ſi uniſcono a vincere lo ſteſſo filo ſottiliſſimo d'aria, che attraverſano (200, 211). Baſterà dunque, che la punta ſia immerſa ne' limiti dell' atmosfera elettrica ; che le parti del vapore, le quali concorreranno da que' limiti, benchè aſſai rade, ſaranno ſufficienti a formarſi una ſottile corrente attraverſo di un piccolo, e conſeguentemente poco reſiſtente filo d'aria, verſo la punta medeſima. Pella quale via, comecchè già non reſiſtente (115), ſeguirà a diffonderſi il reſto dell' eccessivo vapore.

219. Nè ſarà neceſſario immergere molto profondamente la punta in eſſa atmosfera, per averne ſcintille; che le parti meno folte di lei (*a*), poichè tutte da' contorni in uno ſteſſo punto ſi dirigono, potranno ſlanciarſi con impeto ſufficiente a ſcuotere il piccolo filo d'aria, che attraverſano, cioè a ſcintillare (*b*).

220. Che ſe ſi tronchi, ed arritondiſca l'apice della punta, le diverſe parti del vapore ſi dirigeranno a diverſi punti della ſu-

I perfi-

(*a*) Supponiamo ciò, che poco dopo proveremo; gli ſtrati dell' atmosfera elettrica più vicini al corpo elettrizzato eſſere più carichi di vapore elettrico, che i più lontani.

(*b*) Per altro a proporzione, che le punte ſono più ſottili, ed acute, la luce, e ſcoppio delle ſcintille ſono meno ſenſibili.

perficie ritonda; e conseguentemente dovranno attraversare diversi fili d'aria; e così crescerà in maggior ragione la resistenza da vincersi, che la loro densità; dunque dovrà la punta troncata avvicinarsi di più al corpo elettrizzato, ed immergersi nell' atmosfera più densa, che somministri copia tanto maggiore di vapore, quanto maggiore è la resistenza da vincersi. +

221. Donde ancora si vede, che la scintilla s'avrà bensì da distanza minore: ma sarà a proporzione della maggior quantità del vapore più viva, e più efficace. ≠

222. E pell' istessa ragione a proporzione che il corpo avrà minore convessità, cioè a proporzione che a maggiore quantità di punti si dirigeranno le parti del vapore elettrico, si avrà più forte scintilla, ma da distanza minore.

223. Che se finalmente la figura del corpo, che si presenta sarà piana, e sufficientemente estesa in larghezza, per esempio un pollice quadrato, resterà anco nella minima distanza sì diviso pelle sue direzioni a diversi innumerabili punti il vapore elettrico, che attraverserà l'aria senza farne sensibile scuotimento, e senza scintillare.

224. E questa spiegazione non è ella confermata dalla considerazione del venticello elettrico, mentre ne suggerisce di esso la esatta ragione?

225. Presento il dito alla catena; ne ho la scintilla alla distanza per esempio di un pollice. Presento alla distanza medesima, od ancor minore il rovescio della mano; sicchè resti colla estremità sua parallelo, meglio che si può, alla superficie della catena; non ho scintilla, ma un leggerissimo soffio mi solletica la mano; e, se osservo al buio, ciascun pelo di esso rovescio mostra sull'apice una punta di luce. Che se stringo il pugno, ed un nodo delle dita resta più vicino alla catena, ne ho la scintilla #

226. Cioè il vapore, che s'unisce da molte parti verso la punta delle dita, o verso alcun loro nodo acquista densità, e forza da scoppiare da distanza maggiore dalla catena, e percuotere, e punge-

[Handwritten marginal notes:]
+ L'experience apprendra que la difference des effets, ne repond pas a celle des pointes, dans la proportion qu'on suppose icy.
≠ une pointe fine retire point — l'etincelle d'aussi loin qu'un corps arrondy ou d'une pointe mousse.
tout ce que dit icy l'autheur est vray, de la matiere effluente qui se porte aux corps non electrique, mais sans la matiere affluente qui vient de ces corps en sens contraire il n'expliquera jamais d'une maniere intelligible les phenomenes qu'il entreprend d'expliquer.

pungere eſſe dita.+ Il vapore, che verſo i varj peli della mano ſi dirige ſpartito, e diviſo ha forza, a proporzione della ſua rarità minore; perciò appena è atto a ſoleticare i diverſi peli, o punti della mano, ne' quali s'inſinua.

227. Anzi non mancano ſperimenti ſempliciſſimi, che la da noi recata ſpiegazione ne pongano, per così dire, ſotto degl'occhi. Preſento uno ſpillo alla catena; oſſervato al buio egli ſplende alla diſtanza di due piedi. Ne preſento le punte unite di due; non ſplendono, che in diſtanza minore. Tre moſtrano la piccola ſtelletta a diſtanza ancor minore ec.

228. Che, come dicevamo (218), il vapore più rado della eſteriore parte dell' elettrica atmosfera, che, unitamente correndo ad una punta ſola, può vincere la reſiſtenza d'un filo d'aria, dividendoſi, e dirigendoſi a due diverſe punte non è ſufficiente a vincere la doppia reſiſtenza de' due fili d'aria; onde le due punte ſi dovranno immergere più profondamente nella più denſa elettrica atmosfera ec.

229. In ſomma non m'è accaduto di riflettere ad alcuno, o che ſia ſtato da altri conoſciuto, o che abbia io ritrovato o ſemplice, o quanto ſi voglia compoſto ſperimento, che alle punte comunque rilucenti apparteneſſe, di cui non mi ſia paruto di ſcorgerne la ragione, o nella particolare forza, con che ſecondo la lunghezza delle punte ſi propaga, ed in eſſe ſi condenſa, ſe ſi tratti di corpi, che diſperdano il loro vapore, o nella maggior unione, che ſi fa verſo una punta, che verſo più parti, ſe ſi tratti di corpi, ne' quali eſſo ſi diffonde.

230. Così un' uomo iſolato, che tocchi la catena fortemente elettrizzata, ſe ſia peloſo di viſo, e di mani, compare adorno e nel viſo, e nelle mani d' una vaghiſſima luce.‡ Se gli ſi adatti in teſta una corona fornita di punte, ſi slanceranno da eſſe altrettanti fiocchi di luce.

231. Che ciaſcun pelo del viſo, e delle mani ſarà fornito del ſuo piccolo fiocco elettrico, i quali maggiori a proporzione eſci-

+ S'il n'y a que les cônes de matière effluente qui fassent [illegible] celle, la brûlure, la douleur, pourquoi ces effets, ne commencent-ils pas près de [illegible] a mesure que ces écoulements deviennent plus convergents?

‡ voila une Beati si eatim qui ne faut pas prendre a la lettre.

Cela ne sera pas une vaghissima luce mais tout au plus des points lumineux, qui ne seront jamais aussi nombreux que les poils, comme on veut le faire voire ici.

ranno dalle punte della corona.

232. E queſto ſingolare diſperdimento, che ſi fa del vapore elettrico pelle punte è la ragione, perchè univerſalmente s'abbiano ſegni men vivi dalla catena, a cui alcuna ne ſia anneſſa, che riſguardi un corpo ſtraniero, e dalla macchina, a cui alcuna ſi preſenti da un corpo ſtraniero. Siccome il ſingolare aſſorbimento di vapore è la ragione perchè s'abbiano ſegni men vivi dalla macchina, a cui ſi annetta, e dalla catena, cui alcuna ſe ne preſenti. Il che dee avvertirſi aſſai attentamente nello ſperimentare.

+ il faut faire entrer icy en consideration la resistance de l'air qui doit determiner les feuilles a se presenter de la maniere la plus propre a fendre le milieu resistant.

233. Inoltre dalla ſpiegazione della particolare attitudine, che hanno le punte a diſperdere, o ad aſſorbire il vapore elettrico, chiaro ſi vede, perchè i corpicciuoli, e le foglie metalliche nell' avvicinarſi a' corpi elettrizzati dirigano ad eſſi le loro punte, e le più acute piuttoſto, che le meno acute (a). Il vapore, che dal corpo elettrizzato per eceſſo ſi dirige verſo l'interiore della ſuperficie d'una foglia metallica, ſi divide verſo i diverſi punti della ſuperficie medeſima. Al perimetro della ſuperficie direttamente ne va tanto, quanto ne' punti, che ſono addentro alla ſuperficie, ma inoltre ſe ne dirige anco obliquamente una parte di quello, che, ſe ſi propagaſſe direttamente, caderebbe fuora di eſſo perimetro. E queſta parte eceſſiva, come ognun vede, dee eſſere maggiore, dove il perimetro fa angolo, e maggiore dove fa angolo minore; onde, poichè gli accoſtamenti de' corpicciuoli a corpi elettrizzati per eceſſo ſono proporzionali alla quantità del vapore, che quelli da queſti ricevono (61); ne ſegue, che ricevendone più pelle parti acute, che per altrove, queſte dovranno piuttoſto dirigerſi verſo quelli. ‡

‡ je n'entend point tout cecy.

234. E ſiccome anco le punte diffondono maggior quantità di vapore, e gli accoſtamenti de' corpicciuoli, che hanno più di vapore a' corpi, che ne hanno meno ſono proporzionali alla quantità di vapore, che ne ricevono (61); ne avverrà, che anco ne' movi-

(a) Circa queſto fatto ſi vedano gli ſperimenti di Franklin pagin. 181., 182. ec. nella traduzione delle ſperienze di lui ſull' elettricità fatta in Parigi 1752.

vimenti de' corpicciuoli più elettrizzati a' corpi meno elettrizzati le punte piuttosto che altre parti quelli a questi dirizzeranno. +

235. Nè solo nell'aria, ma anco nel voto debbono le punte, piuttosto che le altre parti de' corpicciuoli, rizzarsi a' corpi elettrizzati, come abbiamo visto avvenire nel num. 118.; imperciocchè anco nel voto più di vapore alle punte, che altrove si dirigerà. Soltanto avvi questa differenza, che nel voto, e specialmente nel caso del num. 118. le foglie non si vibreranno, perchè quanto di eccessivo vapore riceveranno per una punta, tanto pell' altra, come abbiamo accennato (119), ne disperderanno nel piatto della macchina pneumatica. #

136. Ma di questi fenomeni, che risguardano le punte quì s'è detto abbastanza. Altrove parleremo dell'uso de' medesimi. Quì passiamo a compire questo capo, e, dopo che abbiamo esaminata la velocità, direzione, e forze, con che si propaga l'elettrico vapore, e come pelle punte in gran copia si disperde, e da grande distanza nelle punte si diffonde, esaminiamo in ultimo, come da que' corpi massimamente, che di punte sieno privi, nell'aria, che li circonda, a certe distanze si espanda, ed ivi si accumuli.

237. I movimenti de' corpicciuoli, che avvengono in distanza di due piedi, e più dalla catena, la stelletta elettrica, che in una simile distanza compare sulla punta di uno spillo, che alla catena si presenti, ne indicano questo spandimento dell' elettrico vapore; e la maggiore vivacità di questi fenomeni nelle minori distanze, siccome la mediocre distanza di uno, o due pollici, o poco più, oltra cui non si ottengono le scintille, ne manifestano la densità di questo vapore in distanze maggiori successivamente minore.

238. E tutto questo spazio d'aria, che attornia la catena, e ne è sensibilmente caricato dal vapore elettrico di lei è desso, che io chiamo atmosfera elettrica della catena.

239. A cui formare, e conservare due sono le forze opposte, che unitamente concorrono; La forza, con che si espande il vapore

elet-

+ et c'est justement ce qui n'arrive pas. Un corps pointu par un bout et arrondi par l'autre attire plus aisement par celuy cy que par le premier.

Si cette raison étoit bonne, jamais on n'eût vû le(s) ... feuilles de dessus un corps électrisable dans le vide comme dans le plein.

elettrico, e la forza, con che l' aria reſiſte a queſto ſpandimento. Il vapore eceſſivo, che per il continuo ſtroppicciamento ſi accumula ſul globo, facendo continuo ſforzo di eſpanderſi ad egaaglianza nella catena (46), rigetta continuamente nella circonferenza di lei una quantità di vapore già diffuſo in eſſa catena, che ne eccede la quantità naturale; l' aria, che per ſua natura reſiſte aſſai più, che i corpi elettrici per comunicazione a ricevere un vapore eceſſivo (115), una certa parte, che la catena in lei rigetta, intorno ad eſſa catena continuamente ritiene. +

240. Che ſe dalle coſe, che ſi vedono, ad eſſe, che ſfuggono la noſtra viſta, ed hanno con quelle una neceſſaria analogia, ſi può ragionare; e l' una, e l' altra di queſte forze ne è comprovata dalla attenta oſſervazione del fiocco elettrico. Se mentre una punta appiccata alla catena dà il fiocco elettrico, o ſi interrompa lo ſtroppicciamento del globo, o ſi eſtragga dalla catena alcuna ſcintilla, ceſſa in iſtante eſſo fiocco.

241. Perchè ceſſa in tal caſo l' accorrimento di un novo vapore, che il vapore già diffuſo lungo alla punta fuori d' eſſa direttamente ſlancj, e diſperda (184). ǂ

242. Che ſe ſi conſiderino i cambiamenti, che avvengono nel voto al fiocco elettrico, come, a proporzione che ſi toglie l' aria, eſſo ſi allunga, ſi uniſce, e per un grande intervallo liberamente propagaſi (114); chiaramente s' intende, che certamente è l' aria, la quale lo raccorcia, divide, ed intorno alle punte fa forza di ritenerlo.

243. Ma ſimilmente, o che s' interrompa lo ſtroppicciamento del globo, e quindi ceſſi l' accorrimento d' un nuovo vapore, o che l' aria s' inumidiſca, o rendaſi comunque inetta a ritenere l' elettrico vapore, che è d' intorno alla catena, ceſſano i ſegni di lei; Dunque le iſteſſiſſime forze (*a*), ed il fiocco elettrico ne producono, e la elettrica atmoſfera (240).

244.

(*a*) Iſteſſiſſime nella qualità, ma diverſe, come ſi è viſto (184), nella quantità.

+ Ceci donne l'idée d'une atmosphere de vapeurs accumulées sans mouvement, ce qui n'est pas conforme a ce qu'on observe.

ǂ l'atmosphere conçue comme on l'entend ici, doit subsister quelque temps après qu'on a fait cesser l'Electricité de la chaine; car ce qui est dehors n'y rentre pas.

244. Ma ciò, che a prima giunta meraviglia ne può arrecare e confuſione nella conſiderazione di queſta elettrica atmosfera, ſi è, che, come la catena, così la macchina elettrica ne compare a noſtri ſenſi fornita di atmosfera ſomigliantiſſima.+ I ſegni elettrici, il venticello, le ſcintille, i movimenti de' corpicciuoli accadono ſimilmente (per quanto i ſenſi poſſono giudicare) intorno alla macchina, che intorno alla catena. Dovrà dunque dirſi, che come intorno alla catena ſi eſpande il vapore, onde eſſa ſovrabbonda, così s'eſpanda alcun vapore intorno alla macchina, che ne è mancante? ≠

245. Il fiocco elettrico, che danno le punte preſentate alla macchina all'oppoſto delle punte preſentate alla catena, ſu cui non compare, che la ſtelletta elettrica (37, 38), baſta per dileguare un sì fatto ſoſpetto, e farne diviſare la differenza, che v'ha trall'atmosfera della catena, e l'atmosfera della macchina # (206). Nell'aria, che attornia la catena, ſi eſpande il vapore, di che ſovrabbonda la catena (48). Dall'aria, che attornia la macchina, ſi diffonde parte del naturale di lei vapore, di cui manca la macchina (49). In quella guiſa, che l'aria contigua alla catena, reſiſte a ricevere in ſe un vapor eccesſivo (115), e nulladimeno ne è a forza caricata dall'eccesſo della catena (243)., così l'aria, che attornia la macchina reſiſte a compartire del ſuo naturale vapore (93), e non per tanto ne è in parte ſpogliata dal difetto della macchina (49). Siccome attraverſo a quella ſcorre, e dà ſegni elettrici il vapore procedente dalla catena a' corpi ſtranieri (61); così attraverſo a queſta ſcorre, e dà gli ſteſſi ſegni il vapore procedente da' corpi ſtranieri alla macchina (61). E finalmente, come il vapore accumulato ſul vetro, e indi nella catena per una parte, e la reſiſtenza dell'aria a ricevere pell'altra formano e conſervano un atmosfera di vapore eccesſivo intorno alla catena (239), così la forza, che ſottrae il vapore dalla macchina per una parte, e la reſiſtenza dell'aria a ſupplirlo pell' altra formano, e conſervano un' atmosfera di vapore mancante intorno alla macchina.

246.

+ cela en embarassera bien d'autres qui voudront epouser vos opinions.

≠ ne sans doute Mon R. P. votre mach. isolée, devient conducteur comme la chaine a la difference pres du plus au moins a cause de la difference des matieres.

oui, mais cette difference que vous faites de la stelletta au fiocco elettrico est une vraye chimere, tres facile a detruire. ah quelle reflexion! un atmosphera di vapore mancante qui pourra jamais gouter une pareille physique

246. Or vediamo queste due atmosfere affatto contrarie di natura, in qual maniera amendue possano rendersi egualmente visibili, sicchè ne riesca somigliantissima di ambedue la apparenza, ed in che modo questa simile apparenza di cose affatto opposte a' nostri universali principj sia pienamente conforme.

247. Franklin nelle sue osservazioni ed esperienze sulla elettricità (*a*) dice, che il fumo di resina secca strutta su d'un ferro rovente . . . non distrugge l' elettricità di un corpo; che esso fumo è tratto da una palla di sovero, o ferro formando intorno ad esse delle proporzionali atmosfere, diffondendosi, come aggiunge nella pagina 143., egualmente su i diversi lati de' corpi, ed ascondendoli. Questo è quanto in tale materia delle atmosfere elettriche, che egli chiama visibili, ne accenna detto autore.

248. Io ho verificato questo sperimento; e mi è riuscito col fumo di colofonio, pece, cera; ma il fumo di pece, e cera m'era assai molesto; onde mi sono poi costantemente servito del fumo di colofonio, cui pell' ordinario presentava ad un cubo di ferro di linee 14.; ed ho osservato, ciò di che Franklin non fa parola, I. che questo fumo parte si alzava verso il cubo per dirittissime linee verticali principalmente dalle prominenze del carbone acceso, su cui eccitava esso fumo, e parte si ripiegava lungo al cucchiaio, in cui presentava il carbone, e lungo alla mano, con che tenea il cucchiaio; II. Che il fumo si diffondeva bensì intorno al cubo, e tutto lo avvolgeva; ma che formava la atmosfera più alta su i piani, che su gli spigoli, od angoli di esso cubo; III. che se alcuno cavava una scintilla dalla catena, alla quale per una piccola catenella era appeso il cubo, l'atmosfera del fumo tutta in un istante si agitava; ma in poco di tempo si rimetteva nel pristino stato; IV. che si cavavano le scintille dal cubo cinto dall'atmosfera di fumo più vive, e in distanza maggiore, che da esso non cinto di atmosfera; V. Che dal cubo al carbone scoppiavano scintille da distanza ancor maggiore, che

(*a*) Se ne veda la traduzione di Parigi 1752.

che altronde; VI. E che queste spesso accendevano il fumo della resina.

249. Che se bene le mentovate dirittissime, ed uniformi linee di fumo, che dal carbone s'alzavano al cubo, mi palesavano la forza, colla quale esso era tratto al cubo medesimo; nulla di meno per meglio discernerla, ho spesse volte attraversato la catenella, da cui pendeva il cubo, con una spranghetta di ferro inclinata all'orizzonte quando più, quando meno; e presentando il fumo alla estremità più alta di questa spranghetta, lo vedeva non senza diletto scendere, ed avvolgersi lungo la medesima, poi parte intorno alla catenella in alto salire, parte discendere a ricoprire il cubo, e formarvi d'intorno la solita atmosfera.

250. E, vista così più distintamente la forza, con che il fumo contro la naturale sua direzione era tratto intorno a' corpi elettrizzati, mi applicai ad analizzare questi sperimenti combinando in diverse possibili maniere tutte le cose, che influivano sullo sperimento medesimo, e dopo averne tentati diversi, che qui lungo sarebbe ridire tutti distintamente, ecco lo sperimento, che mi fece scorgere, che la forza produttrice di questa atmosfera non era altra, che quella, per cui, giusta l'universale nostro principio, i corpicciuoli a corpi o per eccesso, o per difetto elettrizzati si avvicinano.

251. Isolai il cucchiaio, che io adoperava, legando al manico di lui una lastretta di vetro lunga otto pollici, e sì sperimentando colla estremità della piccola lastra tra le dita costantemente osservai; I. che appena da principio alcun filo del fumo si dirigeva al cubo elettrizzato, ed il restante al solito in alto si dissipava, come se si fosse presentato ad un qualunque corpo in niun conto elettrizzato, II. che, qualunque volta io stendeva l'indice, e lo avvicinava al manico del cucchiaio, scoppiava da questo al dito una vivissima scintilla, e subitamente il fumo raccoglievasi intorno al cubo a formare la solita atmosfera; III. che slontanato

il dito l'atmosfera tosto si disperdeva; ravvicinatolo, si raccoglieva di nuovo; IV. replicando velocemente questi accostamenti, e discostamenti del dito al manico del cucchiaio, manteneva l'atmosfera in uno stato di vibrazioni, con che ora cominciava a dissiparsi, poi tosto si riuniva.

252. E tutti gli stessissimi fenomeni mi avveniva di osservare, o che appiccassi il cubo alla catena, o che lo appiccassi alla macchina, e che conseguentemente o per eccesso fosse elettrizzato, o per difetto (*a*).

253. E nulla di più eloquente potea io desiderare di questi esperimenti, sì per essere convinto della verità delle atmosfere elettriche, sì per vedere di queste visibili atmosfere la cagione agli stabiliti principj in tutto uniforme. Appunto; come un filo di refe, atto a disperdere pel corpo di chi lo presenta il vapore della catena, ad essa si dirige, verso lei costantemente si sospende, e restavi attaccato (74); così ciascheduno de' filamenti, ne' quali può intendersi divisa l'atmosfera del fumo resinoso (248, I.), al cubo, come parte della catena, si dirigeva, ed intorno a lei si sospendeva, finchè il dito toccava il cucchiaio (251, I., II.); che in tal caso que' filamenti erano atti a disperdere parte del vapore eccessivo del cubo (63). Nell' istesso modo, che molti minuzzoli di foglie d'oro, carta, o crusca presentati alla catena da chi comunica col suolo, formano alcune filze, per cui trasportano nel suolo il vapore sovrabbondante nella catena (86 *nota*); così le minutissime particelle del fumo si sospendono in quelle dirittissime linee di mezzo al carbone, ed al cubo, finchè possono trasportare nel suolo parte del vapore sovrabbondante nel cubo (248, 251). Siccome, se sempre nuovi minuzzoli si presentino ad una parte della catena, essi intorno a lei in diverse parti accorrono; così le sempre nuove particelle di fumo, che dalla resina s'inalzano succesi-

(*a*) Pell' esito di queste esperienze è necessario adoperare carbone, che dia calore assai intenso al fumo della resina; del resto ogni tentativo anderà a voto.

cessivamente, in diverse parti si espandono intorno al cubo, e ne lo ricoprono. Anzi come i minuzzoli in alto intorno alla catena salgono, ed ivi si librano contro la direzione della gravità loro (62 ec. 86 *nota*), così le parti del fumo contro la naturale direzione, che esige la rispettiva leggerezza loro dalla trasversale spranghetta ad avvolgere il cubo si abbassano (249). Ma finalmente, come appunto un pendolo isolato per un filo di seta si avvicina bensì alla catena, ma, poichè non può altrimenti disperdere il suo eccessivo vapore, verso la laterale aria si discosta (91); così, tosto che la serie delle parti del fumo sia isolata per la lastretta di vetro (251), si scosteranno esse parti, e dal cubo si slontaneranno; e come, se a lato del pendolo siavi un corpo straniero, cui possa egli toccare scostandosi dalla catena, tra esso, e la catena si vibrerà ricevendo dalla catena, e compartendone l'eccesso ricevuto al corpo straniero (90); così, se il dito alternativamente si accosti, e discosti dal manico del cucchiaio, il fumo alternativamente si vibrerà, ed ora anderà al cubo a ricevere l'eccesso, che avrà disperduto pel dito, che siasi accostato, ora verso la laterale aria si dissiperà, per ivi diffondere l'eccesso, che avrà ricevuto, e non potrà altrimenti disperdere pello scostamento del dito (251, II, III). E in ultimo per la stessa ragione, che i fenomeni de' corpicciuoli fin quì mentovati accadono gli stessi per rispetto alla catena, che per rispetto alla macchina giusta l'universalissimo principio, che i corpi inegualmente elettrici si avvicinano (63 ec.), anche istessi debbono avvenire per rispetto alla macchina, che per rispetto alla catena i fenomeni delle visibili atmosfere del fumo resinoso, ed istesse debbono essere dell'una, e dell'altra le apparenze, ed i cambiamenti (252).

254. E questi sperimenti sull'atmosfera visibile del fumo resinoso non solo ne somministrano la ragione, perchè essa si forma; ma inoltre ne aprono la strada ad intendere altri fenomeni, che all'elettrica atmosfera propriamente detta appartengono, ed a' segni di lei.

255. Ho fatto un cubo di cartone ſottile ricoperto di carta dorata eguale al cubo di ferro di ſopra mentovato; gli ho appeſi ambidue ora alla catena, ora alla macchina. Ho preſentato ad ambidue il fumo di reſina; ed intorno ad ambidue ha formato ſomigliantiſſime egualmente alte atmosfere, di cui tutti i fenomeni ſono ſtati pari, quantunque la maſſa metallica del cubo di ferro maſſiccio foſſe per lo meno diecimila volte maggiore della maſſa metallica, che ſerviva d'indoratura al cubo di cartone. Avrei ſperimentata la iſteſſa coſa intorno a' corpi di eſtenſione maggiore, ſe foſſe ſtato poſſibile fornire di atmosfera viſibile ſuperficie aſſai ampie. Non ho per altro tralaſciato di paragonare i ſegni di eſſe maggiori ſuperficie. Ho anneſſo due rami della medeſima catena elettrica a due parallelepipedi ſimili uno di ferro maſſiccio del peſo di libbre 60., l'altro di ſemplice latta, che ambidue erano iſolati in diretto l'uno dell'altro; E tutti i diverſi ſegni (cioè le ſcintille, i movimenti de' corpicciuoli, il venticello), che ho ottenuto da parti, e luoghi ſimili di queſti due corpi, mi ſono paruti eguali, cioè ſi ſono eſteſi a uguali diſtanze, e ſono comparſi egualmente vivi. +

jen doute ber fort

256. E da queſti ſperimenti inferiſco, che dunque ſuperficie ſimili hanno atmosfere elettrice eguali, e danno ſegni eguali.

257. Dopo paragonate le ſuperficie eguali, ho paragonate le diſeguali. Una catenella di filo di ferro d'una linea di groſſezza, e di dodici piedi di lunghezza non m'ha mai dato ſcintille a diſtanza maggiore di ſette linee. Una ſpranga di ferro di un pollice e due linee di diametro, e della lunghezza di dodici piedi mi ha dato ſcintille alla diſtanza di dieci linee. Ed un tubo di cartone dorato, che ho fatto ad imitazione di Franklin di dieci piedi di lunghezza, e di un piede di larghezza talora mi ha dato ſcintille alla diſtanza di un pollice e mezzo (a).

258.

(a) Uno ſpillo, che preſentato alla catenella moſtra la ſtelletta elettrica alla diſtanza d'un piede circa, preſentato alla ſpranga la moſtra alla diſtanza di due piedi, e preſentato al cubo l'ha moſtrata alla diſtanza

258. Sicchè inferiſco, che ſuperficie maggiori hanno atmosfera più ampia, e danno ſegni maggiori.

259. E quello, che ſi verifica delle ſuperficie de' corpi, che danno, ſi verifica delle ſuperficie de' corpi, che ricevono. Ho unito i cubi di ferro, e di cartone (255) a due baſtoni di ceralacca. Ne ho preſentati ora gli ſpigoli, ora gli angoli alla ſteſſa catena, ed ambidue ne hanno ricevute eguali sì, ma deboliſſime ſcintille, e appena diſcernibili al chiaro del giorno, e da diſtanza minore d'un terzo di linea.

260. Ho iſolato ſimilmente un cubo di cartone dorato di ſuperficie quadrupla, e preſentatolo ſimilmente alla catena, ne ha ricevute ſcintille alquanto più vive.

261. Ho ripreſo in mano il baſtone di ceralacca, cui era unito il piccolo cubo, e mi ſono iſolato, poi ho ſteſo il dito indice alla diſtanza di due linee dal cubo; ed allora avvicinando uno ſpigolo di queſto alla catena ne riceveva ſcintilla incomparabilmente più viva di quella, che riceveva, quando tenea il dito raccolto; ed in tanto una ſimile ſcintilla ſcoppiava dallo ſpigolo vicino al dito verſo il dito medeſimo.

262. Ho fatta la ſteſſa prova ſtandomi ſul ſuolo, e hanno ſcoppiato anche alquanto più vive le due ſuddette ſcintille, una dalla catena al cubo, l'altra dal cubo al dito.

263. Onde m'è paruto di dover concludere, che la grandezza de' ſegni elettrici non ſolo ſia proporzionale ſecondo alcuna diretta ragione alle ſuperficie de' corpi, che li danno; ma anco alla ſuperficie de' corpi, che li ricevono.

264. Certamente le ſcintille elettriche non ſono altro, che lo ſteſſo elettrico vapore, che dal corpo, in cui ſovrabbonda ſi diffonde nel corpo, che ne manca (146); E la vivezza delle

ſcin-

di tre piedi e mezzo; e credo, che l'avrebbe moſtrata da diſtanza anco maggiore, ſe, quando ho fatta queſta oſſervazione, eſſo tubo aveſſe avuto da per tutto diſtanza maggiore dalle muraglie, dal ſuolo, e da ogni altro corpo elettrizzabile per comunicazione.

ſcintille altro non è che la quantità, e forza, conchè eſſo vapore ſi propaga attraverſo all'aria (146); dunque la quantità è forza, conchè ſi propaga l'elettrico vapore da un corpo nell'altro, è proporzionale in alcuna ragione diretta alle ſuperficie dei corpi, onde ſi ſpande, e de' corpi ove ſi propaga (263). Sicchè univerſalmente la quantità, e forza, conchè ſi propaga l'elettrico vapore da un corpo nell'altro, è proporzionale alla differenza del vapore di eſſi, ed in alcuna diretta ragione alle loro ſuperficie (61, 264).

265. Ed ecco provato colla ſperienza ciò, che abbiamo dovuto preſupporre nella definizione della diffuſione ad eguaglianza (46 *nota*), e di che ne ſiamo ſerviti in queſto capo a varj uſi.

266. Nè ſtrana coſa ne dee parere, che lo ſteſſo globo forniſca a diverſiſſime ſuperficie diverſe atmosfere elettriche alla loro eſtenſione in alcun modo proporzionale; che anzi in queſta proporzione può ognuno agevolmente ſcorgere alcuna meccanica proprietà a tutti i liquidi comune; imperciocchè, come una ſorgente ineſauſta d'un liquido fin a tanto in un qualunque o piccolo, o grande ſpazio ſi eſpande, che trovi in ogni dove reſiſtenza eguale all'azione, che fa il capo della ſorgente medeſima ſulla parte del liquido immediatamente contigua; così dee avvenire, che la ſorgente ineſauſta dell'elettrico vapore per una qualunque o piccola, o grande catena nella reſiſtente aria fin a tanto s'eſpanda, che ritrovi in ogni dove una reſiſtenza eguale all'azione, che il capo della ſorgente, cioè il vapore, che ſul vetro continuamente s'accumula, fa contro il vapore della catena a ſe contiguo. Anzi, come un liquido (per eſempio l'aria, che per un canello ſi ſpinge entro una veſica), che con determinata forza entra in uno ſpazio reſiſtente, opera contro la reſiſtenza con un momento reciprocamente proporzionale alla velocità, con che contro eſſo ſi muove, e perciò proporzionale direttamente all'ampiezza dello ſpazio medeſimo; così il vapore, che dal globo per la catena ſi diffonde nella reſiſtente aria, opera contro queſta

sta resistenza con un momento reciprocamente alla sua velocità, cioè direttamente proporzionale alla superficie resistente di lei.

267. Che se si voglia proseguire a dir ciò, che di meccanico si scorge nell'elettricismo; la singolare proprietà, che ha l'elettrico vapore di espandersi ad eguaglianza con somma velocità, e per ampissimi spazj, non è essa un effetto egualmente meccanico della incredibile elasticità di lui, che meccanici effetti sono della elasticità dell'aria l'equilibrio delle parti di lei, e i di lei diversissimi movimenti? Come l'aria, che abbia la densità sua naturale, se comunica con altr'aria meno densa, verso essa si spiega, e dilata; così il vapore naturale d'un corpo, se si avvicini ad un corpo, che ne abbia meno della quantità naturale, per esempio alla macchina (49); tostochè arriverà ai limiti della mancante (245) di lui atmosfera in essa, e per essa nel suddetto corpo si spanderà a supplirne il difetto. In quel modo, che l'aria in un luogo comunque condensata oltra il naturale suo stato, verso l'aria si slancia, che ha la sola naturale densità; medesimamente il vapore in un qualche corpo (per esempio nella catena) comunque accumulato da quello, e dalla eccessiva atmosfera di lui scorrerà ne' corpi non similmente caricati, che se gli avvicinino. Ed universalissimamente siccome la forza, e quantità dell'aria, che si move, è proporzionale alla quantità, e densità di lei nel luogo, onde si move, ed alla scarsezza, e rarità, che ha nel luogo, verso cui si move; così la forza, e quantità dell'elettrico vapore è proporzionale alla quantità, e densità di lui nel corpo, da cui parte, ed alla scarsezza, e rarità del medesimo nel corpo, a cui si dirige.

268. Ma tuttochè possano parere sufficientemente fondate su i fenomeni queste parità, non diamo loro altro valore, che di parità appunto, ed esse assai grossolane. Sono troppo particolari le proprietà dell'elettrico vapore, la velocità incredibile, la singolare rarità, la somma elasticità, la facilità di attraversare i corpi più sodi, la resistenza, che gli fanno i fluidi più radi ec., per poter-

L'autheur a les raisons pour ne vouloir pas quoi presse de trop près l'analogie et les comparaisons il ny trouverait pas son compte.

terne dall'eſempio di altri fluidi didurre un'accurata ſoddisfacente ragione de' fenomeni, che per eſſo avvengono; onde non tanto la cognizione di quello, che poſſa avere di comune con altre ſoſtanze, quanto la diſtinta cognizione de' particolari fenomeni per eſſo poſſibili, e la riduzione loro ad alcun carattere ad eſſo affatto proprio poſſono formarne una ſoda, e compita ſcienza.

CAPO IV.

In cui I. ſi ſtabiliſcono varie differenze tra l'elettriciſmo per comunicazione de' metalli ec., e l'elettriciſmo per origine principalmente del vetro; II. per inveſtigare, e provare una di queſte differenze ſi eſpone il modo di fare l'eſperienza della boccia di Leiden, e ſi determinano i requiſiti eſſenziali per la medeſima. III. Si analizza con Franklin la medeſima eſperienza, eſcludendo ad una ad una le coſe, che in eſſa eſſenzialmente non influiſcono; IV. onde ſi prova, che l'elettrizzare, o caricare la boccia ſecondo l'uſo comune non è altro, che accumulare nella interiore ſuperficie di lei una gran quantità di elettrico vapore, e toglierne una quantità eguale dalla ſuperficie eſteriore; e, che ſcaricarla, non è altro, che fare di modo, che il vapore accumulato nella ſuperficie interiore poſſa ricorrere nella eſteriore. V. Si ſpiegano varj fenomeni dipendenti dall'elettriciſmo del vetro, e ſi arreca alcuna congettura circa la ragione dell'elettriciſmo per origine in genere, e del vetro in iſpecie. VI. Si prova poterſi fare la medeſima eſperienza adattando la boccia alla macchina, e univerſalmente accumulando il vapore ſu la ſuperficie eſteriore, e togliendolo dalla interiore ec.

269. FInora abbiamo ſperimentato, e diſcorſo intorno all'elettriciſmo de' corpi elettrici per comunicazione; e molte coſe n'è ſtato neceſſario ſupporre dell'elettriciſmo per origine.

Paſ-

Paſſiamo dunque a ſperimentare ſu queſto, ed a provare coll' eſperienza quanto s'è dovuto preſupporre, e a inveſtigare la ragione de' differenti fenomeni, che per eſſo poſſono avvenire; e, ſecondo che da principio ci ſiamo propoſto (9), adoperiamoci in particolare, di accuratamente ricercare la natura, e proprietà dell' elettriciſmo del vetro.

270. La prima differenza ella è, che i corpi elettrici per origine avvicinati ad un corpo comunque elettrizzato non ricevono, nè danno, come gli elettrici per comunicazione le ſcintille, il fiocco, la ſtelletta elettrica; ed in genere non ricevono, nè danno, come quelli, l' elettrico vapore.

271. Anzi il fiocco, che ad un corpo elettrico per comunicazione ſi dirige, e in eſſo s' immerge, e per eſſo propagaſi (206), fugge dall' interiore ſoſtanza di un corpo elettrico per origine. Avvicino un vetro, un baſtone di ceralacca, un pezzo di pece, di reſina ec. ad un qualunque viviſſimo fiocco elettrico, ed eſſo ſi piega verſo la circonferenza loro, e ſi volge in quella parte, ove meglio sfugga il paſſaggio per entro alla loro ſoſtanza.

272. Sul piatto della macchina pneumatica apparecchiata come nel num. 114. pongo una tazza di vetro roveſciata col fondo all'insù. Il raggio elettrico, che, ſe aveſſe a lato una palla di metallo, verſo lei s'incurverebbe (183), ovvero, ſe non aveſſe a lato altro corpo, diſcenderebbe perpendicolarmente ſul piatto (114), in queſto caſo appunto a perpendicolo diſcende verſo il fondo della tazza; ma, anzichè immergerſi nella ſoſtanza di eſſa, s'incurva lungo la ſuperficie di lei, e quaſi fuggendo la interiore ſoſtanza del vetro, ſi dirige verſo i punti più vicini del piatto metallico. +

273. Anzi comunque ſi cerchi di violentare l' elettrico vapore, eſſo la ſoſtanza del vetro non attraverſa.+ Ho poſto ſul quadro magico di Franklin vetri ſottiliſſimi, cui il ſolo movimento d' aria facea piegare; ho loro adattato l'arco conduttore per de-

L ter-

+ malgré tout cela le fend aussi verre (quoyque difficilement) elle par communication et sans de conducteurs d'Electricité.

+ jay démontré la fausseté de cette proposition dans mes lettres; et l'autheur, le dement pour cela dans la lettre qu'il m'adresse.

terminare l'elettrico vapore accumulato ſul quadro in gran quantità ad attraverſarli: ma ſempre in darno (a).

274. Si può bene ſulla ſuperficie de' vetri nudi, e puliti a forza di ſtropicciamento accumulare il vapore elettrico; ma ciò con tal limitazione, che non ſi accumula altrove, che nella parte della ſuperficie, che ſi ſtropiccia. Stropiccio una ſtriſcia d'un tubo di vetro, quella ſtriſcia, e non altra parte preſentata a corpicciuoli gli agita, quella ſola dà alcuna ſcintilletta, e ſola produce il venticello elettrico.

275. E come l'elettriciſmo ſi fiſſa nelle parti delle ſuperficie de' vetri, che ſi ſtropicciano, così, ſe ſia ampiamente ſu d'una ſuperficie accumulato, da quella parte ſolo ſi toglie, cui alcun corpo ſtraniero immediatamente ſi avvicina.

276. Stropiccio tutta la ſuperficie d'un tubo, e tutta la elettrizzo; tolgo poi l'elettriciſmo ad una pare di lei, o inumidendola coll'alito, o accoſtandole alcun corpo; e provando le altre parti, veggo, che conſervano ancora il loro elettriciſmo.

277. Talora in giornata di elettriciſmo aſſai forte arreſto di un colpo ſolo la rotazione, e lo ſtropicciamento del globo elettrico; poi eſtraggo dalla catena tutte le ſcintille, che mi può eſſa dare; indi procuro, che il globo faccia un mezzo giro ſenza altrimente ſtropicciarlo; ed aſſaggiando di bel nuovo la catena, mi torna eſſa a dare alcune ſcintille; Imperciocchè accorre in eſſa il vapore, il quale ſi arreſtava ſulle parti del globo, che non erano ancora paſſate in contatto della catena medeſima.

278. Ecco dunque determinate alcune differenze de' corpi elettrici per comunicazione da' corpi elettrici per origine. I. Queſti, principalmente i vetri, nè danno, nè ricevono, come quelli, l'elettrico vapore (270). II. L'elettrico vapore attraverſa pella ſoſtanza di quelli non pella ſoſtanza di queſti (271, 272, 273). III In quelli ſi diffonde ad eguaglianza pel ſolo avvicinamento d'una loro parte a corpi

(a) Si vedrà in queſto ſteſſo capo coſa ſia queſto quadro, come per eſſo ſi violenti il vapore elettrico ad attraverſare i corpi.

corpi elettrizzati; in queſti non ſi accumula da per tutto pel ſolo avvicinamento di una parte; e ſi accumula collo ſtropicciamento ſulle ſuperficie loro ſolamente ne' luoghi ſtropicciati (274). IV. In quelli, ſe ſi toglie l'elettriciſmo da una loro parre, ſi toglie, o ſcema egualmente da ogni altra parte; in queſti ſi toglie l'elettriciſmo da una parte della loro ſuperficie, ſenza che ſi tolga dall' altre parti (275).

279. Ed ecco provato ciò, che abbiamo preſuppoſto nel capo precedente (176): Il vapor elettrico non attraverſare la ſoſtanza de' vetri, e reſtare fiſſo a' ſuoi luoghi ſulla loro ſuperficie, e conſeguentemente accertata la propoſizione, che là ne ſtabilimmo (177): non iſcorrere liberamente il vapore elettrico attraverſo all' aria, che circonda i corpi elettrizzati.

280. Ma oltre le mentovate differenze altra ve ne ha, che di tutte è la più amirabile, e la più feconda di varj fenomeni egualmente, e di ampiſſime cognizioni. Queſta è, che ſi può bene e collo ſtropicciamento, e con altr' arte ancora elettrizzare o per eccеſſo, o per difetto la ſuperficie d'un vetro: ma non mai una ſuperficie d'un vetro s'elettrizzerà per eccеſſo, ſe nell' iſteſſo tempo, ed egualmente non s'elettrizzi la ſuperficie oppoſta per difetto, e viceverſa. Nè mai ſi potrà torre l'eccеſſo di vapore accumulato in una ſuperficie, ſe nell' iſteſſo tempo, ed egualmente non ſi ſuppliſca il difetto della ſuperficie oppoſta, e viceverſa.

281. Queſta ſingolariſſima proprietà è la ragione degli ſtupendi fenomeni della boccia di Leiden; ſicchè, e per accertar quella, e per intendere queſti, fa dimeſtieri, che intraprendiamo ſu tale materia una lunghiſſima ſerie d'oſſervazioni, e d'eſperienze.

282. Neſſuno ignora coſa s'intenda in materia d'elettriciſmo per boccia di Leiden. Ella è una boccia, o fiaſco di vetro ſottile pieno ſino al collo, o anche meno, d'acqua, mercurio, od altro fluido elettrizzabile per comunicazione, o di minuzzoli di qualunque ſolido, che ſia ſimilmente elettrizzabile per comunicazione. Eſſa ha pell' ordinario l'orificio otturato con ſovero, e pell'

pell' asse di questo turacciolo passa uno stile di metallo, di cui una estremità s' immerge nel corpo elettrizzabile per comunicazione, e l' altra, che resta di fuori, si suol piegare in foggia di uncino, per sospendere comodamente la boccia alla catena. Sicchè per brevità questa estremità si chiamerà l' uncino della boccia, e il corpo, di cui sarà ripiena si dirà l' interiore armatura di lei. Ora se una persona sostenga il fondo di questa boccia sulla palma della mano, e ne avvicini lo stile alla catena elettrizzata, e dopo alcun piccolo tempo approssimi il dito dell' altra mano all' uncino, o alla catena, vedrà tra il dito, e l' uncino, o catena scoppiare una vivissima scintilla, e nello stesso tempo soffrirà una repentina, e violenta scossa lungo le braccia massimamente, e talora si sentirà stringere, e scuotere il petto, e quasi battere di dietro le ginocchia.

283. Questo è il tanto celebre, e comune sperimento della boccia di Leiden. Cominciamo a vedere più minutamente, quali sieno le cose esenziali pell' esito dell' medesimo.

284. Se nel fare la detta esperienza cioè mentre si presenta la boccia alla catena, si tocchi esteriormente la boccia colla sola punta delle dita, la scossa non sarà che leggerissima; se si tocchi colla superficie tutta delle dita, e della palma della mano, la scossa sarà maggiore; se si vesta l' esteriore della boccia d' una lamina di metallo, per esempio di piombo fino all' altezza in circa, a cui arriva l' armatura interiore, e si tocchi comunque con alcuna parte della mano essa lamina, si avrà scossa anche maggiore. Anzi, se si immerga la boccia in un vase comunque ampio, pieno d' acqua, fino a detta altezzza, immergendo il dito nell' acqua medesima, e toccando l' uncino, o catena coll' altra mano, si avrà scossa assai potente.

285. Onde ad avere la scossa più efficace è necessario, che un corpo elettrizzabile per comunicazione sia in contatto della superficie esteriore corrispondente alla superficie interiore, che è in contatto della interiore armatura.

286.

286. E queſto corpo elettrizzabile per comunicazione da adattarſi alla eſteriore ſuperficie in corriſpondenza dell'armatura interiore, ſi chiamerà armatura eſteriore.

287. Che ſe queſta armatura eſteriore comunichi per mezzo di qualunque o viſibile, o inviſibile corpo elettrico per comunicazione coll'armatura interiore, anderà a voto ogni ſperimento.

288. Inumidite una ſtriſcia, benchè lineare della boccia, ſicchè eſſa uniſca l'armatura eſteriore all'interiore, potrete ſperimentare a piacimento ſenza tema di ſcoſſa, e pella ſteſſa ragione in tempo aſſai umido è vano ogni tentativo riſpetto a queſta eſperienza (*a*).

289. Talora adoprerete una boccia, che vi parrà per ogni riguardo attiſſima alla ſperienza; ma ſenza eſito; che, ſe la oſſerverete attentamente, la ſcorgerete o poco, o aſſai fenduta tra l'eſteriore, ed interiore armatura; il che baſterà per fare, che quella comunichi con queſta, e vada a voto ogni tentativo.

290. Ma ciò che pare ſtrano, ſi è, che queſta eſperienza, che non rieſce affatto qualunque volta o per umidità, o per fenditura l'armatura eſteriore comunica coll'interiore, rieſce poi ottimamente ne' vetri più ſottili, e ne'vetri aſſai groſſi affatto non rieſce.

291. Così que' vetri, che volgarmente ſi chiamano caraffe di Bologna, che ſono molto doppi nel fondo, comunque provati non danno ſcoſſa alcuna.

292. Ora la comunicazione tra l'eſteriore, ed interiore armatura impediſce la ſcoſſa (287); la ſottigliezza del vetro la rende più violenta (290); dunque la ſottigliezza del vetro non forma comunicazione tra le due armature. #

293. E queſte ſono le condizioni neceſſarie per la ſperienza di

(*a*) Se pell'armatura interiore ſi adoperi acqua, la continua evaporazione di lei può facilmente indurre alcuna ſimile comunicazione. Per fuggire queſto riſchio Franklin vuole, che ſi adoperino pallini di piombo; Io trovo queſta coſa molto ben fatta per altri motivi ancora, che ſi potranno intendere dal capo, in cui tratteremo dell'elettriciſmo per riſpetto all'acqua.

est trop dur.

+ est que quand les verres minces rendent les effets plus grands [illegible] que ceux qui sont épais.

misérable sophisme! quelque [illegible] que la communication qui se fait par l'épaisseur d'un verre mince soit semblable à celle qui se fait par un corps électrique qui passe de dedans au dehors.

di Leiden; cioè perchè la boccia ſi carichi (*a*) è neceſſario I., che queſta abbia ed interiormente, ed eſteriormente certe corriſpondenti armature (282, 285); II. che una di queſte non comunichi coll'altra (287); III. che la boccia non abbia fenditura (289); IV. che ſia ſottile (290); V. e che, mentre lo ſtile tocca la catena, l'eſteriore della boccia comunichi con un corpo elettrizzabile per comunicazione (282).

294. A queſto ſi può aggiungere, che la ſcoſſa rieſce tanto più forte, quanto maggiore armatura ſoffrono, ed hanno le bocce ſuddette; come ſi vedrà nel num. 328.

295. Vediamo ora coſa abbiſogni fare per iſcaricarla (*b*). Caricata che avrete una boccia, prendetela con mani aſciutte pel collo, avvertendo, di non toccarla altrove, e, ſeparatala dalla catena, collocatela ſu un deſco di cera, o reſina. Allora toccatene con un dito l'armatura eſteriore, non avrete ſcoſſa; toccatene dopo l'uncino, non avrete che deboliſſime ſcintille; toccate nell'iſteſſo tempo con una mano l'armatura eſteriore, e coll'altra l'uncino, che comunica coll'armatura interiore; riceverete la ſolita ſcoſſa, e la boccia ſarà ſcaricata.

296. Sicchè per iſcaricare la boccia è neceſſario, che nell'iſteſſo tempo la interiore, e la eſteriore armatura comunichino con uno, o più corpi elettrizzabili per comunicazione.

297. E i corpi, che formino queſta comunicazione poſſono variare a beneplacito e nel numero, e nella diſpoſizione. Si formi una ſerie di perſone, o di perſone, e di qualunque altri corpi elettrizzabili per comunicazione, ſicchè una perſona poſta a capo della ſerie tocchi l'armatura eſteriore, e l'altra, che è all'eſtremità della ſerie, tocchi l'uncino della boccia; tutte le perſone poſte nella ſerie ſoffriranno la ſcoſſa nell'iſteſſo tempo; e ſarà coſa

[*a*] Per queſta voce di caricare intendiamo l'atto di preſentare lo ſtile della boccia alla catena, e sì renderla atta a dare la ſcoſſa.

[*b*] E diciamo ſcaricare la boccia, riceverne dall'uncino la ſcintilla, e lo ſcuotimento.

on fait fort bien l'exp. de Leyde avec une bouteille absolument vuide d'air.

† si non pour les pores du verre.

‡ cette dernière n'est point absolument necessaire.

⊙ Non pas entièrement si elle est bien chargée.

□ on fait fort bien l'exp. de Leyde avec une bouteille vuide d'air et fermée hermetiquement. on est alors cette communication [illegible]

ſa indifferente, che o tutte, od alcune ſieno iſolate.

298. Nè dee traſcurarſi di oſſervare la univerſaliſſima, e ſempliciſſima legge della direzione, che ſegue attraverſo alle parti della ſerie ſuddetta lo ſcuotimento. Eſſa è: che ſieno ſcoſſe tutte le parti delle perſone, che formano la via breviſſima dall'eſteriore ſuperficie della boccia alla interiore.

299. Sia la ſerie compoſta dalle perſone A, B, C, D, E, F, G, H ec. X; la perſona A colla ſiniſtra preſenti la boccia alla catena, e colla deſtra mano ſtringa la mano ſiniſtra di B; B abbia ſotto il piede deſtro l' eſtremità d' una catenella di ferro, e C ne ſoſtenga l'altra eſtremità colla ſiniſtra; D metta la mano ſiniſtra ſul capo a C, e preſenti l' indice della deſtra all' orecchio ſiniſtro di E, e F ne tocchi l' orecchio deſtro di E colla mano ſiniſtra; F coll'altra mano impugni il capo d'una ſpranga di ferro, ed H ne ſoſtenga l' altro capo colla ſiniſtra; e G con tutte due le mani impugni la parte di mezzo della ſpranga medeſima, ec. E finalmente X, che è all' eſtremità di queſta continuata ſerie avvicini il dito all' uncino della boccia caricata. La ſcoſſa ſi dirigerà dal braccio ſiniſtro per il petto lungo al braccio deſtro della perſona A; indi lungo al braccio ſiniſtro di B ſi dirigerà per il piede di lui deſtro alla catenella; dalla catenella atrraverſerà pel braccio ſiniſtro di C, e ſi dirigerà attraverſo al capo di lui alla mano di D; indi per l'altro braccio di D lungo al dito trapaſſerà da un orecchio all'altro di E; poi attraverſerà da un braccio all' altro il corpo di F, e per la ſpranga ſi propagherà attraverſo al corpo di H, non offendendo la perſona G, che pure ſtringe con tutte due le mani la ſpranga di ferro; perchè la via breviſſima ſi ha lungo la ſpranga medeſima ec.

300. Che ſe la ſerie ſia in qualunque luogo interrotta, non ſoffriranno la ſcoſſa che le due perſone, le quali avvicinano il dito una all' armatura, l'altra all' uncino, e la loro ſcoſſa ſarà dimezzata; cioè la ſentiranno ſolo lungo al braccio, che avvicinano alla boccia, o all' uncino.

301. Ora poichè abbiamo viſto quali ſono le coſe eſſenziali per caricare (293), e per iſcaricare la boccia (296); e con qual legge lo ſcuotimento attraverſa i corpi, che uniſcono la eſteriore ſuperficie di lei coll' interiore (299), vediamo quali coſe in queſta eſperienza ſieno meramente accidentali.

302. Caricata che avrete la boccia, ponetela ſu d' un deſco di cera, come nel n. 295.. Poi toglietene lo ſtile, che paſſa pel collo, e il turacciolo di ſovero, che lo ritiene, avvertendo in tanto di non toccare l' armatura eſteriore; non avrete ſcoſſa alcuna. Dopo che avrete ſeparato lo ſtile, e il turacciolo, tenendogli in mano, toccate pure l' armatura eſteriore coll' altra mano; non avrete ſcoſſa. Laſciate lo ſtile, e il ſovero, e toccando l' armatura eſteriore con una mano, ed immergendo il dito dell' altra nell' orificio della boccia, allora ſi ſpiccherà una ſcintilla dall' armatura interiore, e ſoffrirete la ſolita ſcoſſa. Dal che ſi vede, che nè il ſovero, nè l' uncino ſono coſe eſſenziali, per produrre la ſcoſſa.

303. Caricate una boccia armata interiormente di acqua; poi ponetela ſul deſco di cera (295), e toltone l' uncino, e ſovero (302) immergete la gamba d' un ſifone nell' acqua, di cui è ripiena, e fate, che eſſa ſi traſfonda in un' altra ſimile boccia ſimilmente iſolata; recatevi queſta in mano, e comunque provata non vi darà ſcoſſa alcuna.

304. Dunque o la cagione efficiente la ſcoſſa non appartiene all' acqua, ovvero ha l' acqua perduta la ſua efficacia nel traſfonderſi (303).

305. Ma è facile accertarſi quale de' due caſi ſia il vero; imperciocchè ſe riempirete d' acqua freſca la boccia prima caricata, poi votata (303), e le applicherete al ſolito l' uncino; toccando queſto inſieme, e l' armatura eſteriore ſuccederà la ſcoſſa.

306. Sicchè la cagione efficiente della ſcoſſa nè s' era traſfuſa coll' acqua dalla boccia caricata nell' altra (303); nè s' era ſmarrita nella transfuſione: ma era reſtata aderente alla ſuperficie del vetro (305).

307. Abbiamo detto di ſopra eſſere neceſſaria l'armatura interiore per caricare la boccia (293): ma queſto ſi verifica ſoltanto riſpetto alle bocce piene d'aria. Colloco ſul piatto della macchina pneumatica iſolata (121) una campana di vetro ſottile; fo che la catena della macchina elettrica tocchi detto piatto. Spiego, e adatto una mano alla ſuperficie eſteriore di queſta campana; poi con un dito dell'altra mano cavo una ſcintilla o dal piatto, o dalla catena, e ne ho l'ordinario ſcuotimento ſenza che l'interiore della campana, che in queſto caſo mi ſerve di boccia, abbia alcuna armatura (*a*). +

308. Donde ancora ſi vede, che la figura della boccia, o vetro punto non conferiſce all'efficacia della ſcoſſa. Ho adoperati vetri piani, conveſſi, parte conveſſi, parte cavi; ne ho indorata l'una, e l'altra ſuperficie; ſicchè le indorature mi ſerviſſero di armature, laſciando perciò d'indorare il lembo tutto all'intorno si dell'una, che dell'altra ſuperficie per la larghezza di due in tre dita; e ſoſtenendo con una mano una di queſte ſuperficie, ne ho preſentata l'altra alla catena, e toccando col dito dell'altra mano detta ſuperficie preſentata alla catena, ne ho ſempre avuta la ſcoſſa, come dalle bocce, purchè i vetri foſſero interi, e ſottili, e l'indoratura d'una ſuperficie non comunicaſſe coll'altra. +

309. Da queſti principj dipende la coſtruzione, ed efficacia del quadro magico di Franklin. L'eſſenziale di eſſo è una laſtra aſſai ampia di vetro ſottile, indorata ſotto, e ſopra, fuorchè in giro, come s'è detto (308). Si carica al ſolito; e per iſcaricarlo ſenza ricevere la ſcoſſa attraverſo al corpo, ſi adopera un arco di filo di ottone, una eſtremità di cui ſi adatta alla indoratura inferiore, mentre ſi carica la indoratura ſuperiore; poi conducen-

(*a*) E queſto ſerve a provare, che intanto ſono neceſſarie l'armature, perchè per eſſe ampiamente s'eſpande ſulle bocce il vapore, che non ſi ſpande nè pel vetro, nè pell'aria; e che ne' vetri voti non ſono neceſſarie l'armature, perchè pel voto il vapore liberamente ſi eſpande (115).

do rapidamente l' altra estremità in contatto di questa superiore indoratura, si scarica esso quadro attraverso all' arco secondo la legge di sopra provata (298), senza attraversare il corpo della persona, che lo maneggia; quindi detto arco si può chiamare l' arco conduttore.

310. Ma poichè abbiamo scoperto quali cose sieno essenziali, quali accidentali pello sperimento di Leiden; procuriamo di fissare in che consista questo caricare, o scaricare i vetri, di che s' è già tante volte fatto parola.

311. Adatto ad una boccia uno stile, che nel luogo dell' uncino ha attaccata una palla di metallo, ed annetto la base di una punta metallica all' esteriore armatura di lei. Prendo questa boccia pel collo, badando di non indurre comunicazione trallo stile, e l'armatura esteriore; Poi presento nello stesso tempo la palla dello stile ad una punta pendente dalla catena, e la palma dell' altra mia mano alla punta annessa all' armatura esteriore; ed osservo spiccarsi due fiocchi, uno dalla punta della catena alla palla dello stile, l' altro dalla punta della boccia alla palma della mia mano. Questi fiocchi dopo alcun tempo cessano; ed allora una terza persona, toccando e l' armatura esteriore con una mano, e l' uncino coll' altra, ne soffre la scossa. +

312. Se poi adatto alla boccia uno stile, che termini in punta, e questa presento ad una palla appesa alla catena, e presento una punta all' armatura esteriore; vedo sulle due punte due stellette elettriche, e la boccia similmente si carica; ed una terza persona, che, come sopra (311), la provi, ne ha una simile scossa. ≠

313. Cioè lo stile della boccia, applicato in amendue i casi alla catena, riceve, e diffonde il vapore elettrico nell' armatura interiore; e la punta annessa all' armatura esteriore, cioè l' istessa armatura esteriore dà, e diffonde un eguale quantità di elettrico vapore (206); Ora, poichè, dopo che lo stile, cioè l' interiore armatura (306) ha ricevuto, e l' armatura esteriore ha dato una

quan-

Ces decouvertes mon R. P. ne vous ont pas beaucoup couté.

+ la bouteille alors est un corps electrisé par communication et la pointe de l'armure, doit rendre une aigrette.

l'aigrette de la pointe de l'armure doit paroitre par la raison alleguée cy dessus, et l'autre pointe qui un corps qui electrise par communication, s'il est aigu donne une frange de matiere affluente au corps de qui il reçoit l'electricité, ce qui arrive à l'extremité de la chaine du côté du globe

quantità di vapore, ſegue la ſcoſſa (311, 312); ed acciò ſegua la ſcoſſa è eſſenziale, che il vapore non poſſa in conto alcuno ſcorrere dalla interiore alla eſteriore armatura (293); è chiaro, che il caricarſi la boccia, ſicchè divenga atta a produrre lo ſcuotimento, conſiſte in queſto; che ſi aduni vapore eccesſivo ſulla ſuperficie interiore del vetro, ed eguale porzione ſe ne ſottragga dall' eſteriore.

314. Vediamo ora in che conſiſta lo ſcaricarla. Ne carico una al ſolito (282); poi preſala pel collo, la poſo ſu un deſco di cera, o reſina (295). Le preſento poi un arco di metallo aguzzo in amendue le eſtremità, ſicchè con una punta miri lo ſtile, coll' altra l'armatura eſteriore. Su quella ſplende la ſtelletta; da queſto ſpiccia il fiocco; ambidue preſto ſcompaiono, e la boccia è ſcaricata. ≠

≠ Toute pointe Non Electrique presentée a un Corps fortement Electrisé, donne une aigrette.

315. Sicchè una punta dell' arco riceve dallo ſtile, cioè dall' armatura interiore; l'altra dà il vapore elettrico all'armatura eſteriore (206): ma in queſto mentre la boccia ſi ſcarica (314): Dunque, ſiccome la boccia ſi carica adunando nella ſuperficie interiore un vapore eccesſivo, e togliendone la quantità naturale, o parte di lei alla ſuperficie eſteriore (313); così ſi ſcarica facendo, che la parte adunata nella ſuperficie interiore circoli pell'arco, o per altro corpo alla ſuperficie eſteriore.

316. Franklin tra gli altri ſperimenti, con che vuol render ſenſibile queſta verità accenna il ſeguente. Vuole che s'adatti l'armatura eſteriore d'una boccia caricata ſull' eſtremità d'un filo d' indoratura d'un libro; che all' altra eſtremità ſi uniſca un filo di ferro; e che il capo di queſto s'avvicini all' uncino, che allora ſi vede lungo l'indoratura ſcorrere una viviſſima ſcintilla, che ſcarica la boccia.

317. Ma la velocità di queſta ſcintilla non ne laſcia diſcernere la direzione del vapore elettrico, che ne è immediatamente manifeſtata dalla ſtelletta, e dal fiocco (206), e che ne pone ſotto gli occhi quanto s'è detto dello ſcaricarſi la boccia (315).

318. Per altro ſono affatto ſingolari e convincenti le altre ſperienze, che a queſto fine propone l'ingegnoſiſſimo Autore. Vuole, che ſi preſenti allo ſtile della boccia una palletta di ſovero penzolone da un filo di ſeta. Queſta ad eſſo accorre, poi ſi ritira, e ſi ſoſpende obliquamente per alcun tempo; vuole, che ſi replichi l'eſperienza; e che, appena la palla ſi è ſcoſtata, ſi abbaſſi il filo, ſicchè diſcenda in faccia all' armatura eſteriore; che allora a queſta velocemente s' accoſta.

319. Il che certamente ne indica un contrario elettriciſmo della interiore, ed eſteriore ſuperficie della boccia (80). E queſto anco più chiaramente prova egli con attaccare l' eſtremità d' un arco di metallo all' armatura eſteriore della boccia, e fare, che l' altra eſtremità miri lo ſtile; che allora il ſovero ſoſpeſo pel filo di ſeta di mezzo a queſta eſtremità, e lo ſtile da quella a queſto, e da queſto a quella ſi vibra, finchè ne abbia ſcaricata la boccia.

320. Cioè finchè abbia traſportato nell' armatura eſteriore il vapore eccesſivo accumulato nella interiore (80).

321. Ma ciò, che è più degno di oſſervazione in queſti contrarj elettrizzamenti delle due oppoſte ſuperficie d' un vetro, ſi è la coſtante proporzione di eguaglianza, che eſſi richiedono sì nel produrſi, sì nel diſtruggerſi.

322. Iſolo ſu quattro colonnette di criſtallo il quadro di Franklin (309). Cade a piombo ſull' armatura ſuperiore di lui una catenella comunicante colla catena elettrica, che ſoſpende una palla di ferro in diſtanza di tre linee dalla detta armatura. Da queſta palla non iſcoppia verſo l'armatura del quadro che alcuna debole ſcintilla, la quale può elettrizzarne l' armatura, ma non il vetro.+ Avvicino poi un dito all' armatura inferiore del quadro, e nell' iſteſſo iſtante ſcoppia una ſcintilla aſſai viva dalla palla all' armatura ſuperiore, ed una eguale dall'armatura inferiore al dito, ritirato il dito la palla non dà più ſcintille.‡ Lo avvicino di bel nuovo, e ſcoppiano come prima, le due ſcintille. E continuando queſto giuoco carico il quadro, facendo che ſi veda, come niu-

+ Comment scavez vous que le vitre ne s'electrise pas.

‡ pour de tels Effets il faut deux matières celle qui vient de la chaine, et celle d'un Corps Non Electrique qui se porte vers elle, et vous la fournissez cette Matière en presentant votre doit.

niuna parte di vapore non si accumula in una superficie del vetro, se non si tolga egual parte dalla superficie opposta.

323. Simile cosa avviene nello scaricamento. Avvicino un dito allo stile d'una boccia caricata, poi isolata, e rapidamente lo ritiro; e osservo, che in tanto un filo, che coll'altra mano presento all' esteriore armatura di essa, se le avvicina, poi si ritira, e replica questa vibrazione quantunque volte avvicino il dito, finchè la boccia sia scaricata.

324. Che a ciascuna scintilletta, che il dito estrae pello stile dall' armatura interiore, corre il filo a darne eguale porzione all' armatura esteriore (315).

325. Ma questa eguaglianza del vapore eccessivo, che si toglie ad una superficie con quello, che dalla opposta superficie si riceve, cui altrettanto ne manca (322), si può anco più manifestamente provare. Si isolino separatamente due persone A, e B, ed A presenti un dito all'uncino, e B all'armatura d'una boccia caricata, ed isolata (295) di mezzo a loro; l' una, e l'altra persona ne resteranno elettrizzate, A per eccesso, B per difetto: Che A avvicini un dito alla mano di B, scoppierà alcuna assai forte scintilla, e cesserà in amendue ogni elettricismo; che appunto l' eccesso del vapore di A ricevuto dall' interiore della boccia sarà eguale al difetto di B pel vapore datone all'esteriore armatura (315).

326. Similmente, se A isolato scarichi una boccia, ne riceverà la scossa; ma non riterrà perciò alcun segno di elettricismo; che il vapore non avrà fatto altro, che attraversare per il suo corpo dall' interiore all' esteriore armatura; nè in esso punto se ne sarà arrestato dell' eccessivo; nè punto da esso se ne sarà tolto del naturale (315).

327. Pell'istessa ragione si può, come ne insegna Franklin, caricare una filza di più bocce con egual numero di giri del globo, che sono necessarj per caricarne una sola, e si possono tutte insieme scaricare con iscuotimento eguale allo scuotimento, che ne darebbe una sola. L' uncino d' una boccia A penda dalla catena;

L'

L'uncino della boccia B penda dall'armatura esteriore della boccia A; l'uncino della boccia C sia attaccato all'armatura esteriore della boccia B ec. Si applichi la mano all'armatura esteriore di C; tutte queste boccie colla stessa operazione si caricheranno, con che se ne caricherebbe una sola; Imperocchè il vapore, che s'accumula dalla catena dentro la boccia A, ne scaccerà egual quantità dalla superficie esteriore di A pello stile di B nell'interiore di B, e similmente questo ne scaccerà egual quantità dalla superficie esteriore di B dentro a C, e di bel nuovo questo ne scaccerà egual quantità dalla superficie esteriore di C nella mano ec. (315). E similmente, se chi tiene una mano sotto la boccia C avvicini l'altra all' uncino di A le scaricherà tutte unitamente, e con iscuotimento eguale a ciascuno degli scuotimenti, che soffrirebbe, se colle dovute cautele le separasse, e ad una ad una le scaricasse. Perchè come ognun vede; e scaricandole tutte insieme, e scaricandole ad una ad una sempre egual quantità di vapore attraversa il corpo di lui.

328. Potrà bensì aversi uno scuotimento proporzionale al numero delle bocce; ma sarà di mestieri disporle altrimente. Si appendano pe' loro uncini alla catena quantunque bocce A, B, C, D ec. sicchè restino le une separate dall'altre. All'esteriore armatura di ciascheduna si attacchi un filo metallico; e questi tutti s'unischino in un capo solo. Se chi tiene in mano questo capo, dopo che si saranno a lungo elettrizzate le bocce, avvicini un dito alla catena, riceverà uno scuotimento maggiore a proporzione del maggior numero delle bocce; che attraverserà pel corpo di lui il vapore eccessivo separatamente accumulato in ciascuna boccia per distribuirsi ad ognuna delle esteriori superficie.

329. Sicchè ecco determinata la cagione immediata dello scuotimento, che si soffre nella boccia di Leiden. Esso è prodotto dal vapore elettrico, che in gran copia, e con somma velocità si scarica dalla superficie d' uno, o più vetri, in cui siasi accumulato, ed attraversa tutti i corpi elettrizzabili per comunicazione, che formano in qualunque maniera comunicazione di detta su-

ſuperficie colla oppoſta, per iſcaricarſi in eſſa, da cui eguale quantità ſe n' è dovuto ſottrarre (315 ec.). E la quantità d'eſſo ſcuotimento è proporzionale alla quantità del vapore, che i corpi ſuddetti attraverſa (328). +

330. Sicchè ciò, che di ſopra ſi è ſtabilito dello ſcuotimento, ſi dee quì affermare di queſto vapore elettrico, che lo produce; cioè che eſſo con univerſaliſſima, e ſempliciſſima legge ſi dirige per quelle parti della ſerie, qualunque ella ſiaſi, le quali formano la via breviſſima dalla interiore alla eſteriore armatura della boccia (298).

331. Ma appunto è qual mai può eſſerne di queſta legge la ragione? Non altra, che l'univerſaliſſimo principio con tutti i ſegni elettrici (61), e coll'oſſervazione del fiocco elettrico ampiamente dimoſtrato (195): che l'ecceſſivo vapore con forza maggiore là ſi dirige, ove n'è maggiore il difetto; conſeguentemente il vapore ecceſſivo accumulato entro una boccia non nel ſuolo, non ne' corpi, che ne abbiano la quantità naturale ſi ſpanderà; ma con maſſima forza all'eſteriore ſuperficie ſcaglieraſſi, in cui ne ſarà maſſimo il difetto, ed in cui appunto troverà una ſpecie di voto alla ſua quantità corriſpondente (315). E queſtà forza ne determinerà (come avviene in tutti i naturali movimenti) uno ſcorrimento pe' corpi meno reſiſtenti, e per la via breviſſima, che a detto termine lo conduca.

332. E di molte altre coſe ſi può bene dalla ſtabilita teoría intendere la ragione; così ognun vede, qual ſia l'officio delle armature de' vetri. Pella ſoſtanza de' vetri liberamente non iſcorre l'elettrico vapore (278). Sicchè ſu d'un vetro nudo grande quantità non ſe ne potrebbe accumulare. L'armatura dunque ſerve a condurre il vapore, e diſtribuirlo ampiamente ſu una ſuperficie del vetro aſſai eſteſa (ſi veda la nota del numero 307. Similmente, poſto che ſi foſſe aſſai ampiamente accumulato del vapore ſu d'un vetro nudo; non ſi potrebbe tutto inſieme ſcaricarnelo (278). L'armatura ſerve affinchè poſſa tutto unitamente richia-

chia-

+ c'est la que franklin a été au ... et que j'ay prouvé n'estre pas vray en faisant voir que le trait de feu (quand on veut) part de la surface ou de la bouteille ou la chaine.

chiamarsi ad un punto il vapore accumulato. Lo stesso si dica rispettivamente del sottrarre il vapore aggiunto, o renderne il tolto.

333. Similmente si può spiegare; perchè i vetri, piuttosto che altri corpi, sieno atti a recare un sì distinto scuotimento. Certo che come una superficie d'un vetro è elettrica per eccesso, e l'altra per difetto (315); così la catena è elettrica per eccesso (48), e la macchina lo è per difetto (49); M'era indi pensato di ottenere uno scuotimento per mezzo della macchina, e della catena corrispondente allo scuotimento delle bocce. A questo fine mi sono isolato; e toccando d'una mano la macchina, e stendendo un dito dell'altra alla catena, ho tentato di averne la scossa: ma, benchè in questo caso ancora il vapore eccessivo della catena attraversasse pel mio corpo, e si dirigesse alla macchina; non ho però mai avuta una scossa paragonabile colla scossa, che danno i vetri di pochi pollici di superficie.

334. E la ragione ne è la scarsa quantità, che nel caso della catena, e macchina attraversa il mio corpo rispetto alla gran quantità, che lo attraversa nel caso della boccia.

335. Proviamolo. Se mi isolo, e presento una boccia alla catena, appena ne sarà sensibilmente caricata; che poco vapore potrà disperdersi sul mio corpo dalla esteriore armatura di lei; e conseguentemente poco vapore potrà accumularsi dalla catena nell' armatura interiore (321).

336. Ma se alcuno, che stia sul suolo, m' avvicini un dito, si potrà dall' armatura esteriore per il mio corpo, e pel dito disperdere nel suolo qualunque quantità di vapore, e nella interiore se ne accumulerà quantità eguale (321); onde la boccia si caricherà assai bene.

337. Similmente, se mi isolo, è stropiccio un tubo, cui replicatamente io avvicini allo stile d'una boccia non isolata, non le darò mai una carica assai forte; che il mio corpo non potrà provederla d'un' eccesso sufficiente di vapore. Ma, se isolo la boccia me-

medesima, e, restando io isolato, mi attacco al braccio una sottil cordicella da cembalo, che con una estremità sia unita all'armatura esteriore della boccia, potrò benissimo, stropicciando più volte il tubo, e avvicinandolo allo stile della boccia, caricarla assai fortemente; che in questo caso il vapore, il quale si torrà dall'armatura esteriore basterà per caricarne la interiore.

338. E questi sperimenti ne fanno certamente vedere, esservi più di vapore in una sottilissima laminetta di vetro di quello se ne contenga nel corpo tutto d'un uomo; e potersene sottrarre maggior copia da quella, che da questo; e potersene su quella maggior copia, che su questo, accumulare. +

+ plustot que de s'elever a des pensées singulières comme celles la, n'est il pas plus naturel de croire que la matière Electrique prend plus d'Energie dans le verre que dans les autres Corps.

339. Ma inoltre questa eccessiva quantità di vapore, che a' vetri appartiene non sarebbe essa la ragione, per cui entro ad essi non iscorre l'elettrico vapore? Anzi non sarebbe questa la prima, e universale differenza de' corpi elettrici per comunicazione dagli elettrici per origine, che minima a quelli, e massima quantità di vapore a questi appartenga per la differente loro natura? Il fatto circa i vetri è provato (338); e gli zolfi, le resine, le lane ec., che, come i vetri, hanno elettricità originaria, e pe'quali, come pe' vetri, non può scorrere il vapore elettrico, onde come i vetri, sono atti ad isolare, non participerebbero di queste proprietà, perchè, come i vetri, abbiano forza di rattenere in se una quantità di vapore, di quella, che hanno gli elettrici per comunicazione, incomparabilmente maggiore (338)?

340. Certamente negli elettrici per comunicazione queste leggi sono provate, che al movimento del vapore elettrico per le sostanze loro altro non resiste, che l'elettrico vapore: che esso non iscorre, se non se dal corpo, che ne ha più nel corpo, che ne ha meno; che scorre con forza, ed in quantità al più dell'uno, e al meno dell'altro proporzionale (61 ec.).

341. Sicchè pare, che se tanta quantità di vapore spetti per natura a' corpi elettrici per origine, il che pe' vetri sembra dimostrato (338), che ecceda di gran lunga la quantità, che possa

+ comme si l'on disoit, qu'un corps bien penetré d'eau est plus propre qu'un autre a empecher l'eau de passer outre.

l'arte accumulare ſu gli elettrici per comunicazione, debba queſto baſtare ad iſpiegare di queſti da quelli le univerſali differenze: cioè, che la gran quantità, la quale riſiede entro le ſoſtanze di quelli debba rendergli, per così dire, impenetrabili da un vapore ſtraniero, e atti conſeguentemente ad iſolare, ed a rattenere fiſſo ſulle parti delle loro ſuperficie il vapore, che ſu eſſe a forza s' accumuli. +

342. Se queſto foſſe non ſolo gli elettrici ſegni, ma anche le differenti nature, che hanno i corpi per riſpetto all' elettriciſmo ſi ridurrebbono ad uno ſteſſo principio; che come la differenza della quantità di vapore, la quale può coll' arte produrſi ne' corpi, è la cagione de' ſegni elettrici (61); così la differenza della quantità di vapore, che a diverſi corpi appartiene per la diverſa loro natura, baſterebbe a differenziare i corpi medeſimi, e far sì, che altri per origine foſſero elettrici, altri per comunicazione (341); il che ſarebbe aſſai conforme al genio della natura, che quanto è magnifica, e ſplendida nella varietà de' fenomeni, altrettanto è ſemplice, ed uniforme nella unità de' principj.

343. Ma per dare un immediata evidenza a queſte probabili congetture abbiſognarebbe ordire una più vaſta ſerie di ſperimenti, che mi traſporterebbono fuori de' limiti, che per ora mi ſono preſcritto (9). Ritorno dunque, donde io era partito, a ragionare della particolare maniera, con che i vetri ſi elettrizzano.

344. Non ſolo le bocce, ma in genere i vetri tutti, anche quelli, che collo ſtropicciamento ſi elettrizzano, ſi elettrizzano in ſimile maniera, e con ſimile legge; cioè accumulando in una loro ſuperficie, e togliendone dall' oppoſta egual quantità di vapore (315). Adopero talora un globo attraverſato da un perno di ferro, intorno a cui ſono adattati parecchi fili, che non ne arrivano a toccare la interiore ſuperficie. Nell' atto che ſi ruota, e ſtropiccia il globo, queſti ſi tendono quaſi tanti raggi, che dal centro ſi rizzano all' equatore del globo medeſimo; e ſulle loro eſtremità compaiono altrettante ſtellette, le quali ne fanno chiaramente ſcorgere

Pourquoy ne pas dire que vous avez repeté corps d'hambre.

gere

gere il vapore, che dalla interiore ſuperficie di quello a fili ſi dirige, e per eſſi nel perno, e indi nel ſuolo ſi diſperde.

345. Da queſti medeſimi principj ſi può anco render ragione di altri fenomeni, che volgarmente poſſono parere altrettanti paradoſſi; cioè come attraverſo a' vetri ſi eccitino e luce, e movimenti elettrici ſenza che l' elettrico vapore attraverſi per la loro ſoſtanza.

346. Un vetro ſottile diligentemente votato d'aria, e chiuſo ermeticamente, toſto che s' immerge nell'atmosfera elettrica della catena compariſce tutto ripieno di luce elettrica, non diſſomigliante dalla luce de' lampi, che le ſere d' eſtate dopo giornate aſſai calde ſi vedono intorno all' orizzonte. Anzi queſto vetro dopo ancora, che s'è slontanato dalla catena ſeguita per alcun tempo a dare de' lampi interrotti principalmente nel luogo, e punto di tempo, in che alcuno gli avvicini un dito, la mano ec.

347. Ora ognun vede nelle coſe da noi dimoſtrate la ragione di queſto fenomeno. La interiore capacità del vetro votata d'aria non reſiſte al vapore elettrico, che poſſa eſſere in qualunque maniera determinato a slanciarſi in eſſa (115); e il vapore appartenente ad una ſuperficie de' vetri da eſſa in un mezzo non reſiſtente ſi slancia ogni volta che ſe ne accumuli ſulla ſuperficie oppoſta (313); e viceverſa ſu una ſuperficie agevolmente ſi accumula l'elettrico vapore, ſempre che quantità eguale ſi poſſa ſeparare dall' altra (313); dunque il vetro votato d'aria nell' avvicinarſi alla catena riceverà ſulla ſua eſteriore ſuperficie il vapore dell' atmosfera elettrica, in cui s' immerge; e la eguale quantità, che ſi anderà intanto slanciando dalla interiore ſuperficie (321), rappreſenterà tratto tratto appunto altrettanti baleni; Imperciocchè queſto vapore non condenſato dall' aria produrrà una luce più rara, ma più ampiamente eſteſa della luce, con che attraverſo all' aria ſplendono le ſcintille, come appunto vedremo nel ſeguente libro avvenire ne' baleni, che il naturale elettriciſmo produce le ſere di eſtate negli ſpazj più alti dell' atmosfera, e che

danno bensì luce men viva, ma più ampiamente estesa della luce, con che lampeggiano i folgori di mezzo alla più bassa, più densa, e conseguentemente più resistente aria.

348. Ed anche dopo slontanato il vetro seguiterà a balenare l'interiore capacità di lui; che il vapore, il quale si sarà separato da certi luoghi della interiore superficie (313), e principalmente da quelli, che si saranno direttamente immersi nell'elettrica atmosfera, ed altrove si sarà inegualmente disperso (313), si anderà grado grado slanciando, e ritornerà a suoi luoghi mancanti, a proporzione, che il vapore esteriormente accumolato si anderà lentamente dissipando nella resistente aria (315); e questo esteriore vapore poichè allora appunto, e da que' luoghi si disperderà copiosamente, cui s'avvicini alcun corpo straniero (285), allora appunto, ed in que' luoghi si rinoveranno più vivi i baleni.

349. E da questi principj medesimi dipendono i movimenti, che ne' corpicciuoli posti entro ad un vetro voto d' aria si eccitano da chi al di fuori tocca i vetri medesimi. Consideriamo in particolare il caso del num. 118. IV. In questo caso dalla verga metallica entro la campana di vetro scaturisce un raggio elettrico (118 I.). Questo al piatto metallico, piuttosto che altrove, si dirige, ed ivi attraversando i minuzzoli sparsivi sopra li sospende; ma non li vibra, che in essi non s'arresta il vapore eccessivo (118): Ma, mentre alcun tocca esteriormente col dito qualche punto della campana, rende questo punto atto a disperdere parte del suo vapore; conseguentemente il punto interiormente corrispondente potrà riceverne in se eguale quantità (284). In fatti al buio si vede il raggio elettrico piegarsi verso detto punto. Questo dunque si elettrizzerà per eccesso; onde verso esso si dirigerà alcuno de' minuzzoli sparsi sul piatto giusta la legge degli elettrici movimenti (63 ec.).

350. E queste poche spiegazioni de' più complicati fenomeni, che ne' vetri avvengono nell' elettricismo, sono ben sufficienti a sugge-

ſuggerirne la ſpiegazione d'innumerabili altri volgarmente notiſſimi; Imperciocchè tutti univerſalmente a queſto principio ſi riducono; poterſi aggiungere ad una ſuperficie de' vetri una quantità di elettrico vapore: ma non in altra maniera, che togliendone quantità eguale alla ſuperficie oppoſta, e viceverſa (285, 321); conſeguentemente ritenere ſempre un vetro la medeſima quantità di vapore; non eſſere altro l'elettrizzarlo, che togliergli da una parte, e dargli nell'altra quantità eguale di vapore (313); non eſſere altro il rimetterlo nel ſuo ſtato naturale, che rendergli il tolto, e torgli l'aggiunto (315).

351. E ſarebbe certo da deſiderarſi, che come è manifeſta la verità di queſta legge dell'elettriciſmo de' vetri, così chiara ne foſſe la ragione. Il vapore, che s'accumula ſu una ſuperficie, certamente opera ſul vapore, che intanto è ſpinto fuori della ſuperficie oppoſta (313). Ma pure il vapore non attraverſa il vetro (288 II.); quale dunque ſarà mai il particolare meccanico modo, con che avviene queſta operazione? Faraſſi ella forſe per contatto delle parti, ſenza che eſſe parti del vapore oltrepaſſino certi termini loro aſſegnati nel mezzo della groſſezza de' vetri? Ma e ſe queſto foſſe, e chi diſtintamente ne eſporrà il principio, che ne determina i limiti? Dovremo forſe contentarci di affermare con Franklin, che il vapore, il quale s'accumula ſu una ſuperficie ne riſpinga egual porzione dall'altra? Ma e queſto riſpingimento, perchè nel vetro dee egli avvenire, non nelle laſtre di metallo?

352. Mi laſcio talora luſingare dalla imaginazione. Parmi di vedere le ſuperficie de' vetri ſeminate d'una infinità di piccoliſſime triangolari, ovvero quadrate cellette, ciaſcuna delle quali abbia una ſpecie di apertura corriſpondente ad una delle ſuperficie del vetro, e il fondo chiuſo poſto ſulla ſuperficie oppoſta. Mi ſembra, che queſte cellette debbano eſſere alternativamente diſtribuite, ſicchè ciaſcuna, che è aperta verſo una ſuperficie del vetro ſia attorniata da' cellette, che ſieno chiuſe verſo queſta ſuperficie,

e

e aperte verſo l'oppoſta ; onde le pareti di ciaſcuna ſieno comuni ad altre celette, che ſieno, come s'è detto ſituate a roveſcio. Conſidero poi queſte cellette come altrettanti ſerbatoi propri dell' elettrico vapore inacceſſibili all'aria, all'acqua ec. Penſo peraltro, che una corrente di vapore, che ſi slanci ſulla ſerie delle cellette ſituate ſu una ſuperficie del vetro, poſſa sforzarne le elaſtiche dilicatiſſime pareti, e sì dilatarne d'eſſe cellette la capacità, e conſeguentemente riſtringerne le cellette appartenenti alla ſuperficie oppoſta; ma, che ciò non debba avvenire, finchè reſiſta il vapore contenuto nelle oppoſte cellette; e che debba queſto reſiſtere, finchè non abbia in contatto un corpo, o ſpazio, che affatto non gli reſiſta. Dunque ſe ſulle cellette d'una ſuperficie accorra, e dalle cellette dell' altra poſſa liberamente diffonderſi l'elettrico vapore, credo, che in tal guiſa ſi carichi la boccia, od altro vetro. Onde ſoggiungo, che, per iſcaricarlo, ſarà duopo, che s'avvicini alle cellette vote un corpo atto a riempirle; che peraltro non ſi riempiranno, finchè reſiſta il vapore condenſato nelle cellette oppoſte; e eſſo reſiſterà finchè non abbia in contatto uno ſpazio, o corpo affatto non reſiſtente al ſuo ſpandimento.

353. Ma alla fine e quale giovamento da queſte finzioni? Non altro certamente, che un'imagine aſſai indeterminata, che può bene ſervire alla memoria per tenerle preſente la legge, con che il vetro ſi elettrizza; ma poi per riſpetto all'intelletto, anzichè ſoddisfarlo coll'evidenza della ragione, può facilmente contro eſſa prevenirlo. Dunque, piuttoſto che proſſeguire ſimili idee circa la meccanica poſſibilità della ſuddetta legge, giova limitarci per ora a confermarne con alcuna pratica operazione la attuale eſiſtenza. Sciegliamo fra molte quella, che ne ſuggeriſce Beniamino Franklin. Conſiſte eſſa in movere una ſpecie di ruota con applicarle la forza dell' elettriciſmo contrario delle due oppoſte ſuperficie d'un vetro. Eccone la eſecuzione. I. S'arrotondiſca un ampio, e ſottil vetro, ſicchè ne riſulti un deſco di pol-

lici

lici diciasette in circa nel diametro. II. S' indori l' una, e l'altra superficie, eccetto il lembo (308). III. Si adattino con mastice nel centro di ambe le superficie due piccoli emisferi di legno, ne' quali siano conficate due verghe di metallo: Il desco sarà la ruota, e le due verghe le serviranno di asse; onde si dovrà badare, che amendue restino nella medesima linea retta, e sieno perpendicolari a' piani del vetro. IV. Su una tavola rotonda larga ventitrè pollici in centro si fissi una colonnetta di vetro, e sopra vi si applichi con mastice una laminetta di metallo con un piccolo cavo, in cui si possa aggirare l' estremità dell' asse della ruota. Nella periferia della suddetta tavola si fissino quattro bracciuoli di legno curvi, che vadano a sostenere una lastra di vetro con un buco nel mezzo, entro cui si possa aggirare l' altra estremità dell' asse della ruota; e si osservino tali dimensioni nell' altezza delle parti dell' asse, e nella distanza de' bracciuoli dalla ruota, che e le indorature della ruota, e il perno di lei, e i corpi metallici, che se le dovranno adattare in giro, restino isolati rispetto alla base, e rispetto a' bracciuoli di legno; V. Imperciocchè collocata nel suo sito la ruota se le adatteranno in giro dodici colonnette di vetro in distanza eguale l' una dall' altra, e queste si uniranno alla base con mastice; V. e su ciascuna di queste si collocherà una specie di ditale, ovvero una sfera di metallo. VII. Finalmente sul lembo del desco di vetro si fissino due pallette di metallo; il sito di queste dee esser tale, che nel girarsi la ruota passino vicinissime a ciascuna delle sfere adattate sulle colonnette; possono mettersi in distanza l' una dall' altra d' un ottava parte della circonferenza del desco. VIII. E in ultimo ad una di queste pallette s' unisca un filo di metallo, che comunichi coll' armatura superiore, e all' altra un simile filo, che comunichi coll' armatura inferiore del desco; e la ruota sarà finita.

354. E questa si potrà elettrizzare in diverse maniere. Eccone la semplicissima. Collocatela in piano sotto la catena elettrica. Unite

Unite un filo d' ottone all' armatura di ſotto, ſicchè eſſa comunichi colla baſe di legno: fate che penda dalla catena una punta, che ſomminiſtri continue ſcintille all'orlo dell'armatura di ſopra; poco dopo la ruota comincierà a girarſi, e ſeguiterà la ſua rotazione per un quarto d' ora, e più, benchè, dopo elettrizzata, ſi tolga la punta, ſicchè non le comunichi altro elettriciſmo.

355. Imperciocchè nell'elettrizzarſi per eccesſo la ſuperficie ſuperiore, e la palletta, che con lei comunica, s' elettrizzerà per difetto la ſuperficie oppoſta, e la palletta, che a lei appartiene. Dunque quella palletta s' accoſterà ad una sfera, a cui è vicina per darle il ſuo eccesſo, e in tanto queſta comincerà ad accoſtarſi ad un altra per ſupplirne col vapore di lei il ſuo difetto; quella, dato l' eccesſo ſarà determinata a diſcoſtarſi, e ne ſarà ajutata dalla forza, con che queſta verrà tratta vicino alla ſua sfera, a cui, appena che ſarà arrivata, ſi ſcoſterà, e ne ſarà ajutata dalla forza, con che l' altra ſarà allora tratta da un altra sfera. E poi ſi accreſcerà di molto la velocità della rotazione quando quella palletta, che è coſtantemente elettrizzata per eccesſo raggiungerà le sfere, che da queſta ſono elettrizzate per difetto, e queſta, che è elettrizzata per difetto raggiungerà quelle, che dall'altra ſono elettrizzate per eccesſo.

356. Ora e quale prova più convincente ſi può deſiderare di queſta verità, che ſia contrario l' elettriciſmo nelle ſuperficie oppoſte de' vetri, che l'eſito de' movimenti di macchine, che colla guida di eſſo principio ſi inventano, e coſtruiſcono. Certamente parrebbe ſuperflua ogni altra prova, che di ciò ſi voleſſe arrecare.

357. Porrò dunque fine a queſto capo avvertendo ciò, che Franklin asſai ampiamente dimoſtra, che non ſolo in contraria maniera ſi elettrizzano le ſuperficie de' vetri: ma che inoltre ſi può indifferentemente o l' una, o l' altra delle due oppoſte ſuperficie o per eccesſo elettrizzare, o per difetto.

358. Cosi ſiccome ſoſtenendo il fondo della boccia ſulla mano, e preſentandone l' uncino alla catena, l'interiore di lei ne è elet-

triz-

trizzato per eccesso, e l'esteriore per difetto: prendendo poi tra le dita l'uncino, e presentando l'esteriore della boccia alla catena, l'esteriore ne è elettrizzato per eccesso, e l'interiore per difetto.

259. Ma oltre a questa maniera di elettrizzare al rovescio le superficie de' vetri, altra me ne ha suggerito la considerazione della catena costantemente elettrica per eccesso (48), e della macchina costantemente elettrica per difetto (49), che assaissimo opportuna mi sembra a fare scorgere sempre più chiaramente il perfetto consentimento, che hanno tra di loro le diverse parti della teoría dell'artificiale elettricismo, che vo stabilendo, e confermando cogli sperimenti.

360. Dunque, siccome sostenendo il fondo della boccia sulla mano, e presentandone l'uncino alla catena, la catena pell'uncino accumula il suo eccessivo vapore nell'interiore della boccia, e ne scaccia dalla superficie esteriore pella mano nel suolo un' eguale quantità (313); così se si tenga similmente la boccia: ma l'uncino si presenti alla macchina elettrizzata; la macchina pell'uncino trarrà dall'interiore della boccia quantità di vapore confacente al suo difetto (49); e la mano ne darà quantità eguale alla superficie esteriore (313).

361. E questo, che mi ha suggerito la teoría suddetta, gli sperimenti mi hanno fatto scorgere ad evidenza verissimo. Che ho replicato per ognuno de' suddetti casi tutti gli sperimenti, co' quali ho di sopra provato il contrario elettrizzamento delle superficie de' vetri (311 ec.); e ne' casi, ne' quali dico, che l'interna superficie è elettrizzata per eccesso, gli sperimenti mi hanno dati gli stessissimi fenomeni, che sopra, ove secondo l'esperienza comune abbiamo parlato della boccia elettrizzata pell' uncino alla catena. Al contrario ne' casi, ne' quali dico, che l'interna superficie è elettrizzata per difetto, i fenomeni mi si sono rovesciati, e il fiocco è comparso nel luogo della stelletta, e viceversa (*a*).

O 362.

(*a*) Ognuno può dalle cose dette comprendere come si debbano replicare questi sperimenti, e può anco chiaramente prevederne i contrari

362. Ma non finiſce quì ancora la corriſpondenza degli ſperimenti, con quanto la teoría mi ſuggeriva. Ho penſato, che, ſe una ſuperficie d' un vetro comunicaſſe con un corpo elettrizzato per eccesſo, e l' altra con un corpo elettrizzato per difetto, doveſſero queſti due elettriciſmi aiutarſi a vicenda a dare alle ſuperficie del vetro due corriſpondenti elettriciſmi più veementi di quelli, che loro dar poſſa o un corpo ſolo elettrizzato per eccesſo, o uno ſolo elettrizzato per difetto. Ho dunque iſolato ora la boccia, ora il quadro di Franklin di mezzo alla catena, ed alla macchina, eſſendo amendue iſolate; un' attinenza della macchina toccava un' armatura, un' attinenza della catena ne toccava l' altra. Ed una terza perſona, che ſtando ſul ſuolo ſcaricava il vetro in tal guiſa caricato, ne ha ſempre ricevuto (poſte le altre coſe pari) ſcoſſa più violenta, che dal medeſimo vetro in altra maniera caricato.

363. E queſta è la differenza, che paſſa tra le verità, che dalla eſperienza ſi ricavano, e le opinioni ipotetiche. Quelle le une dalle altre quaſi

ri fenomeni, onde volentieri mi diſpenſo da deſcriverli minutamente; Per altro eccone tra moltiſſimi altri, che ſi poſſono tentare, uno, che di ſopra non s' è accennato, e che quanto è ſemplice, altrettanto è atto a far vedere tutti i modi, con che ſi poſſono a roveſcio elettrizzare i vetri.

Elettrizzo due bocce, o preſentandone l' uncino di una alla catena, e preſentandone la ſuperficie eſteriore dell' altra alla macchina, ovvero viceverſa. Poi le iſolo in diſtanza di otto pollici l' una dall'altra, e laſcio pendere di mezzo ad eſſe una palletta di ſovero, che ſoſtengo per un filo di ſeta. Queſto pendolo, o che reſti di mezzo agli uncini, o che reſti di mezzo all' armature eſteriori, appena dà ſegno d' alcun movimento. Provando poi al ſolito le bocce, le trovo ottimamente caricate; che ne ho la ſolita ſcoſſa.

Replico lo ſperimento; ma elettrizzo una boccia preſentandone o l' uncino alla catena, o l'armatura eſteriore alla macchina, e l' altra preſentandone o l' armatura eſteriore alla catena, o l' uncino alla macchina. Le iſolo ſimilmente; ed il pendolo, che ſimilmente ſoſpendo di mezzo ad eſſe fa velociſſime vibrazioni, o dall' uncino dell' una all' uncino dell'altra, o dall' armatura dell' una all' armatura dell' altra; e finite queſte vibrazioni trovo le bocce ſcaricate. +

+ Experiences a revers avec fois et sans prévention.

quasi spontaneamente derivano, e le une alle altre aggiungono forza, ed evidenza; queste a stento le une colle altre si conciliano, e le une alle altre nulla aggiungono, che incertezza, ed oscurità.

CAPO V.

In cui si tratta dell' elettricismo per rispetto all' aria; e I. *si conferma, che l' aria resiste al vapore elettrico;* II. *si prova, che l'* azione *del vapore elettrico sull' aria, e la* riazione *dell' aria sul vapore elettrico sono proporzionali alla densità dell' aria, e del vapore elettrico, che la attraversa;* III. *coll' esperienza si fa vedere, che il vapore elettrico, attraversando l' aria, la dilata.*

364. LA sola attitudine, che ha l'aria ad isolare i corpi elettrizzati, cioè a ritenere intorno ad essi il loro vapore, ed a ritenerlo più unito, e per più lungo tempo a proporzione che essa è più secca, e generalmente a proporzione che è meno carica di parti elettrizzabili per comunicazione, secondo che ne insegna la cotidiana esperienza, basta per se sola ad accertare, che l'aria resiste all' elettrico vapore, appunto come abbiamo anco da principio immediatamente provato col raggio elettrico eccitato nel voto (115).

265. Anzi se si richiamino alla memoria i fenomeni osservati in quella esperienza; come l' allungamento, e unione de' raggi crescevano a proporzione che l' aria si sottraeva dal vetro (114); ciò basta per convincerne, che giusta alcuna diretta proporzione della sua densità, l' aria resiste all' elettrico vapore. E per altra parte, se si ponga mente alle vibrazioni più, o meno forti, che induce nell' aria il vapore elettrico, secondochè è maggiore, o minore la quantità, e densità di esso, che la attra-

versa; si scorgerà, che la resistenza, che fa l' aria all' elettrico vapore, è similmente proporzionale alla quantità, e densità del vapore medesimo.

366. L'invisibile, e rado vapore, che forma intorno a' corpi la elettrica atmosfera, non produce nell' aria alcuna vibrazione sensibile all' orecchio; se esso si condensi su una punta, da cui si disperda, o verso cui si diriga, cigola; e cigola più fortemente a proporzione, che splendono più vivamente o il fiocco, in cui si disperde, o la stelletta, in che si raccoglie; cioè a proporzione della maggiore quantità, e densità di lui, cui corrisponde la vivezza della luce, che ne è l' effetto. La scintilla, che o si riceve dalla catena, o si dà alla macchina, non cigola solamente, ma produce un istantaneo assai forte scoppio; che in tal caso l' aria è attraversata da vapore, la cui quantità, e densità sono proporzionali all' eccesso della catena, o al difetto della macchina. Scoppia più fortemente la scintilla, che va dalla catena alla macchina; che il vapore è proporzionale e all' eccesso di quella, e al difetto di questa. Scoppia ancora più fortemente la scintilla, che dalla superficie d' un vetro assai ampio alla opposta si dirige; che in questo caso la quantità del vapore è proporzionale alla somma d' un eccesso, e d' un difetto, che sono ancora di molto rispettivamente maggiori (61 ec.).

367. Dunque essendo che ogni specie di suono, cigolamento, o scoppio è prodotto dalle vibrazioni assai veloci, e minute, che nell' aria si eccitano; è chiaro, che l' elettrico vapore nella suddetta guisa vibra le parti dell' aria, per cui attraversa, e che le vibra più fortemente e a proporzione della densità dell' aria medesima, e a proporzione della densità, e quantità sua propria (364, 365).

368. Ma ad ogni azione corrisponde una riazione eguale; dunque si dee dire, che con la medesima proporzione, con che il vapore opera sull' aria, l' aria viceversa operi sull' elettrico

va-

vapore, cioè in proporzione e della denſità ſua, e della denſità, e quantità di lui (*a*).

369. Quanti hanno ſcritto dell'elettriciſmo hanno conoſciuto, che l'aria reſiſte all'elettrico vapore. Neſſuno, che io ſappia ne ha accennati di eſſa reſiſtenza i diverſi gradi; ed a neſſuno è caduto in penſiero di ricercare più minutamente quale ſpecie di cambiamento nell'aria produca il vapore, mentre la sforza, e la attraverſa. +

370. Ecco coſa a me è caduto in animo di ſperimentare, coſa m'è riuſcito di ſcoprire intorno a queſto punto. I. Ho ſcelto un cannello di vetro alto ſei pollici, d'un terzo di linea di diametro nella interiore ſua capacità, e in uno degli orificj di lui ho inſerito, e ſigillato alla lampana un filo di ferro; ſicchè un pollice di queſto filo reſtava dentro al cannello, ed il reſtante eſciva fuora dell'orificio ſigillato. II. Scaldatolo poi alquanto ho rarefatta l'aria in eſſo rinchiuſa; onde, tuffatone l'orificio aperto in un bicchiere di vino, ſe ne è empito fino all'altezza di quattro pollici, e mezzo. III. Indi ho meſſo per entro all'orificio aperto un ſimil filo di ferro, ſicchè andava ad incontrare l'altro filo (I.), ma ne reſtava diſtante una linea in circa. IV. Ho poi immerſo l'orificio aperto di queſto cannello in un piccolo vaſellino pieno ſimilmente di vino; ed ho fatto, che il filo di ferro adattato per di ſotto entro al cannello ſi ripiegaſſe fuori di queſto ſull'orlo del vaſellino, e indi ſi abbaſſaſſe di nuovo; Sicchè avendo poſato il vaſellino con entrovi il cannello ſul quadro di Franklin l'eſtremità del ſuddetto filo ne toccava la ſuperficie. V. Dunque io caricava queſto quadro (309), poi lo ſcaricava applicando una eſtremità dell'arco conduttore alla ſuperficie inferiore del quadro, e avvicinandone rapidamente

l'altra

(*a*) La reſiſtenza, che fa l'aria all'elettrico vapore non è contraria a ciò, che altrove s'è detto: slontanarſi un pendolo da un corpo elettrizzato per comunicare all'aria laterale il ſuo elettriciſmo (88): Imperciocchè reſiſte bensì l'aria al vapore elettrico; ma pure lo riceve, e gli reſiſte meno, più che eſſo è rado (93, 369).

+ quand j'ay fait avoir par des experiences que les aigrettes [illegible] dans le vuide et que j'ay attribué la divergence de leurs rayons a la resistance de l'air, Etoit il necessaire d'ajouter que cette resistance soit comme la densité de l'air et la vitesse des rayons; cela va sans dire.

l'altra eſtremità al filo di ferro, che eſciva fuora della cima del cannello ermeticamente chiuſa.

371. Ed ecco i fenomeni, che ne riſultavano. I. Il vapore accumulato ſulla ſuperficie del quadro pel filo contiguo ſaliva ſull'orlo del vaſellino, e ſeguendo la direzione di lui diſcendeva entro al vaſellino, e ſaliva ſu pel cannello. II. Giunto all'eſtremità di queſto filo, nel ſaltare attraverſo dell'aria all'altro filo, per indi ſcaricarſi nell'arco conduttore, e nell'oppoſta ſuperficie del quadro, formava una ſcintilla aſſai viva. III. E queſta vibrando l'aria rinchiuſa in quella parte del cannello, ſenſibilmente la dilatava; tanto che ad ogni ſcintilla ſi abbaſſava la ſuperficie del piccolo cilindretto di vino contenuto nella parte più baſſa del cannello; e dopo tre ſcintille per lo più l'abbaſſamento del vino era maggiore d'una linea. +

+ Esperiences bonne a verifier.

372. Per determinare accuratamente queſto abbaſſamento, avanti di fare l'eſperienza, io legava con un ſottiliſſimo filo di ſeta il cannello a livello della ſuperficie del vino. Nulladimeno non credo io già, che la quantità dell'abbaſſamento miſuri eſattamente l'azione, che fa ſull'aria il vapore elettrico. Ma baſta per ora di averne fiſſata di queſta azione la qualità, ed alcuna aſſai proſſima proporzione. Sto ben tentando alcune eſperienze, che mi fanno ſperare di poter col tempo determinare più eſattamente la quantità de' fenomeni elettrici: ma chi ſa la difficoltà di miſurare altri anche più ſemplici fenomeni, e che da ſecoli ſono notiſſimi, ſarà perſuaſo della difficoltà di miſurare gli elettrici, i quali, oltrechè appena in queſta età ſi cominciano a conoſcere, certamente ſono oltremodo compoſti, e ſoffrono velociſſimi, e maſſimi cambiamenti.

373. Ecco dunque in riſtretto quanto finora l'eſperienza mi ha fatto conoſcere dell'elettriciſmo per riſpetto all'aria. Le congetture, che da queſte poche coſe parmi di ricavare intorno alla dipendenza, che poſſano avere dall'elettriciſmo alcune proprietà, e cambiamenti dell'aria, appartengono al libro ſeguente.

CAPO

CAPO VI.

In cui ſi tratta dell' elettriciſmo per riſpetto all' acqua, e ſi prova; I. che attraverſo a' ſottili ſtrati d' acqua ſi propaga minor quantità di vapore elettrico, che attraverſo alle foglie metalliche anche più riſtrette; II. che attraverſo a' ſottili ſtrati d' acqua non ſi ha il colpo elettrico, che ſogliono produrre i vetri caricati; o che ſi ha incomparabilmente più debile, che attraverſo a' fili metallici; III. che a proporzione che creſce la ſuperficie dell' acqua, creſce il colpo elettrico; IV. che il colpo elettrico incontra maggior reſiſtenza ad attraverſare per entro all' acqua, che ad attraverſare di mezzo all' aria; e conſeguentemente che eſſo, il quale ſe non ſi sforza, ſi propaga lungo la ſuperficie dell' acqua, ſe gli ſi fa violenza, la attraverſa bensì, ma in tanto con gran forza la dilata, e ne ſpiega l' aria, che vi ſi trova in iſtato di fiſſazione; VI. che il vapore elettrico fa evaporare l' acqua. VII. E finalmente ſi ſpiegano varj fenomeni, che dipendono da queſte proprietà, che ha l' acqua per riſpetto all' elettriciſmo.

374. QUanti finora hanno ſcritto dell' elettriciſmo affermano, eſſere l' acqua, come i metalli, elettrizzabile per comunicazione; e molti l' hanno creduta anche più di quelli elettrizzabile. Vediamo quanto ſi debba defferire all' autorità di queſta universale opinione.

x l'autheur se fait icy un phantôme pour avoir le plaisir de le combattre, je ne connois aucun autheur qui ait dit que l'eau s'Electrisoit mieux que le metal

375. Interrompo la catena elettrica, e ne uniſco le parti interrotte con frapporre loro una verga di vetro, d' un piede in lunghezza, d' una linea nel diametro, inumidita dall' aria notturna.

ma. E la parte, che per eſſa ne è ſeparata dal globo appena dà deboliſſimi ſegni elettrici.

376. Inumidiſco di più con una ſpugna la ſuperficie della verga ſuddetta; e i ſegni elettrici della parte interrotta ſeguono ad eſſere ancora aſſai più debili de'ſegni, che dà la parte della catena contigua al globo.

377. Aſciugo la verga, e la copro con una foglia d'oro, argento, rame; amendue le parti della catena danno i ſegni elettrici egualmente vivi. Non laſcio che una ſottil ſtriſcia di queſta foglia, che faccia la comunicazione delle parti interrotte; nè perciò ſcemano ſenſibilmente i ſegni nella parte più lontana dal globo.

378. Sicchè è manifeſto, che attraverſo ad un ſottile ſtrato d'acqua ſi propaga minor quantità di vapore elettrico, che attraverſo a foglie metalliche più riſtrette.

379. E queſta certamente è la ragione perchè, ſe il globo ſia in buono ſtato, quantunque abbiano alcuna umidità i vetri, che talora adopero per iſolare la catena, nulladimeno s'accumuli ſu d'eſſa un aſſai forte elettriciſmo. Nè per altro motivo mi è talora avvenuto di ottenere ſegni aſſai forti dalla ſpranga di Franklin (di queſta ſi parlerà a capo del libro ſeguente) elettrizzata dalle nuvole, ſebbene le reſine, ſu cui quella poſava, foſſero talora aſſai inumidite. +

+ c'est une chose aussi visiblement reconnue que l'eau est conducteur d'electricité, c'est une vraye chicane que de chercher à le nier.

380. Ma queſta proprietà dell'acqua, che pegli ſtrati aſſai riſtretti di lei non attraverſi che poco elettrico vapore, ſi fa anche più manifeſta nell'eſperienza de' vetri caricati.

381. Metto ſull'orlo del quadro di Franklin una laſtretta di vetro lunga ſei pollici, larga due linee; ne copro la ſuperficie di ſopra d'uno ſottile ſtrato d'acqua, e fo, che un eſtremità di queſto ſtrato comunichi coll' armatura ſuperiore del quadro per mezzo d'una foglia metallica. Finalmente applico un capo dell'arco conduttore alla eſtremità dello ſtrato d'acqua, che ſporge fuora del quadro; e in queſto mentre oſſervo i ſeguenti fenomeni; I. Il quadro non ſi ſcarica attraverſo all'acqua, ſe non

quan-

quando l'estremità dell'arco arriva a toccare l'acqua medesima; II. quando l'arco s'accosta all'acqua, non iscoppia la solita scintilla; ma solo quando la tocca compare lungo alla superficie dell'acqua una luce assai leggera, che dura alcun tempo sensibile a comparire; e questa è accompagnata da una specie di assai debile, ma durevole cigolamento; III. a proporzione che è maggiore la estensione dello strato d'acqua scema la luce, e la durata del fischio, o cigolamento.

382. Empio d'acqua un vaseletto, che ha due pollici d'apertura; lo colloco al solito sull'orlo del quadro, e gli adatto un filo di ottone, che faccia la necessaria comunicazione; e fattone lo stesso sperimento, ne ho una debolissima scintilla.

383. Sostituisco al vaselletto un piatto di vetro pieno d'acqua, che ha otto pollici d'apertura; ne ho scintilla alquanto maggiore; ma essa ancora molto più debile della scintilla, che ottengo applicando immediatamente all'armatura di sopra il capo dell'arco conduttore.

384. Ho replicato tutte queste esperienze (381 ec.), scaricando il quadro attraverso all'acqua, ed al mio corpo; e ne' casi, che ho detto, che l'acqua cigola solamente, appena mi sono accorto di alcuna minima commozione; quando l'acqua cominciava a dare scintilla, io cominciava ad avere un qualche leggerissimo scuotimento; e questo cresceva a proporzione che cresceva la scintilla; cioè a proporzione che cresceva la quantità dell'acqua, attraverso a cui scaricava il quadro. Tutte queste esperienze mi sono riuscite nell'istessa maniera adoperando vino in luogo d'acqua.

385. Affine di paragonare ancor meglio l'attitudine dell'acqua coll'attitudine, che hanno i metalli di trasportare il colpo elettrico, ho di bel nuovo replicato tutte le suddette esperienze, con attraversare l'acqua con fili da cembalo di quelli, che si segnano col num. 8., e sempre per mezzo di questi ho avuto scintille più vive, e scossa più forte.

386. Mi sono poi applicato ad esaminare l'acqua chiusa entro

a' cannelli di vetro. Questi pure erano di lunghezza eguale alle lastre, cioè di sei pollici, ma d'un terzo di linea d'apertura. Gli empio d'acqua; li chiudo con ceralacca, lasciandovi però a'capi i fili d'ottone, che facciano, che da una parte l'armatura del quadro comunichi coll'acqua, e dall'altra l'acqua medesima possa comunicare coll'arco conduttore; nè mai m'è riuscito d'ottenere scintilla attraverso all'acqua così chiusa.

387. Se al contrario in luogo d'acqua adopero mercurio similmente chiuso in un eguale cannello, ne ho scintilla vivissima; e se faccio, che il mio corpo serva d'arco conduttore, ne ho fortissimo scuotimento.

388. Vista questa repugnanza, che ha una scarsa quantità d'acqua a trasmettere attraverso alla sua sostanza il colpo elettrico, mi sono ingegnato di violentarla. Entro gli orificj d'uno de' soliti cannelli ho fatto entrare due fili di ottone, sicchè venivano ad incontrarsi in mezzo all'acqua contenuta nel cannello, e restavano i loro capi in una assai piccola distanza. L'ho poi chiuso al solito, e ne ho scaricato il quadro attraverso a'detti fili, ed attraverso alla poc'acqua, che occupava la piccola distanza de'medesimi; e costantemente, tutte le volte, che m'è riuscito di effettuare questa esperienza, ho osservato i seguenti fenomeni. I. Nell'intervallo de' fili occupato da quella poc'acqua (stenta a riuscire l'esperienza, se esso intervallo non è minore d'un terzo di linea) scoppia una vivissima scintilla; II. questa scintilla spezza il cannello per la lunghezza dal luogo dell'interruzione per mezzo pollice, o più, lungo l'uno, e l'altro filo; III. le rotture pell'ordinario sono simili, ed eguali, ne' luoghi similmente corrispondenti a' capi de' fili. IV. Per lo più nello spezzarsi i cannelli si scagliano in parti opposte i due pezzi de' medesimi, e si allontanano pell' intervallo di due o più pollici; V. per lo più dal luogo della rottura si staccano molti minuzzoli giusta la lunghezza di quello, e questi sono gettati alla distanza di un piede, e più. +

7 Exp. a repeted.

389. Affine di analizzare questa esperienza, e scoprire l'individua

vidua cagione di queſto ſpezzamento, ho ſcaricato lo ſteſſo quadro attraverſo ad un cannello in tutto egualmente apparecchiato, eccetto che non l'avea empito d'acqua, ma aveva ſolamente procurato, che reſtaſſe pieno della ſua aria naturale; nè mai, per quante volte abbia replicato l'eſperienza, m'è riuſcito d'ottenerne lo ſpezzamento.

390. Ho ſimilmente provato un altro cannello in tutto eguale, ſe non ſe che in vece d'empirlo d'acqua, l'ho anzi diligentemente votato d'aria; e in vece di ſcintilla nel luogo dell'interruzione, ne ebbi anzi un raggio unito più ampio, ma più languido.

391. Onde reſtai accertato; I. che non è eſſa la ſcintilla, che colla immediata ſua operazione ſpezzi il vetro; II. che non baſta affinchè lo ſpezzi, che operi ſull'aria nel naturale ſuo ſtato; III. che produce tale ſpezzamento dilatando con violenza l'acqua; IV. Conſeguentemente, che la ſcintilla elettrica trova una grandiſſima reſiſtenza in attraverſare una piccola parte dell'interiore ſoſtanza dell'acqua. +

+ tout ce qu'on peut conclure de cette experience, c'est que le feu Electrique en eclatant n'a pas trouvé un passage assez libre à travers les pores du verre et que sa force est plus grande à travers de l'eau qu'à travers l'air. dans le vuide il ne fait pas d'explosion.

392. Dico reſiſtenza grande; che eſſa è certo maggiore della reſiſtenza dell'aria; attraverſo all'aria ſi hanno ſcintille alla diſtanza di un pollice, e più; e attraverſo all'acqua non le ho mai ottenute nell'intervallo di mezza linea (388).

393. Ma ritorniamo alla cagione dello ſpezzamento de'cannelli. S'è ben veduto, che il vapore elettrico dilata l'aria comunque in un cannello rinchiuſa, ſicchè abbaſſa ſenſibilmente il liquore, che per di ſotto ottura il cannello medeſimo: ma cedendo l'aria comune pella ſua compreſſibilità all'azione della ſcintilla, aſſorbiſce ella in ſe gran parte di eſſa azione, nè tanta ne traſporta nel vetro, che ſia valevole a ſpezzarlo. Al contrario eſſendo l'acqua, almeno ſenſibilmente incompreſſibile, tutto lo sforzo di eſpandimento, che in lei eccita la ſcintilla, ne ſarà da eſſa per intero, e tutto unitamente traſportato contro le pareti del vetro, che perciò dovrà ſcagliarſi in minuzzoli.

394. Nè però intendo io quì di ſtabilire, che la ſcintilla elettrica dilati l'acqua immediatamente operando ſulle parti di lei propriamente dette; imperciocchè può eſſere „ che eſpanda quella non immediatamente, ma per mezzo della dilatazione, che induce nelle particelle d'aria fiſſa, che ſono in gran copia ſparſe per la ſoſtanza dell'acqua. +

395. Che queſte particelle d'aria fiſſa ſieno dilatate dalla ſcintilla elettrica, me lo fa diſtintamente vedere l'eſperienza. Empio d'acqua un cannello un poco più ampio, ma più corto del ſolito; e, adattatigli i fili al ſolito (388), ſenza ſigillarlo, lo metto alla ſolita prova. Il più delle volte il cannello reſiſte alla ſcintilla ſenza ſpezzarſi; ed allora oſſervandolo attentamente vedo l'acqua ſparſa di varie bollicelle d'aria nel luogo della ſcintilla. #

396. Ma per convincermi più direttamente, che quelle piccole bolle ſono eccitate dalla ſcintilla, empio d'acqua un vaſellino di vetro di due pollici nel diametro; poi adatto al ſolito due fili atti a fare le neceſſarie comunicazioni, che ambidue dal di fuora del vaſellino, ma da parti oppoſte, ſalgono ſull'orlo di lui, e quindi ſi ripiegano, e ſi vengono ad incontrare, e reſtano in una piccola diſtanza ſotto la ſuperficie dell'acqua; e sì facendo, che per eſſi fili attraverſi il vapore del quadro, oſſervo coſtantemente, che la ſcintilla, la quale al ſolito ſcoppia nella interruzione de' fili, eccita varie aſſai ſenſibili bollicelle d'aria, che ſalgono veloci alla ſuperficie dell'acqua, ed ivi meſcolate coll' aria comune ſpariſcono.

397. Ma, o che il vapore elettrico operi a dirittura ſull'acqua, o che operi ſu eſſa con dilatare l'aria in lei ſparſa; egli è certiſſimo, che può colla ſua forza dividerla in minutiſſime inſenſibili particelle. Soffio alla lampana una sferetta di vetro aſſai ſottile, e traſparente, d'un pollice di diametro in circa, e ſo, che vi reſti un apertura di quattro linee; poi, come nel vaſellino del fatto precedente, adatto due fili, che dal di fuora ſalgano ſull'orlo, e vadano ad incontrarſi verſo il centro della sferetta in una mi-

ni-

+ Si cet air est un air fixe, il n'est pas plus imperceptible que l'eau; mais n'est-ce point aussi quelque écarté les parties propres de l'eau les unes des autres?

Des bulles dans qui se laissent voir, ne sont pas de l'air fixe, dans les cas de bulles.

nima diſtanza; ed in queſto piccolo intervallo colla punta d'uno ſpillo ſoſpendo una gocciola d'acqua, che s'appoggi ſu i capi de' fili. E queſta gocciola attraverſata al ſolito dalla ſcintilla elettrica tutta ſi diſperde attorno alla ſuperficie interiore del vetro in minutiſſimi, ed inviſibili ſpruzzi.

398. Due dunque ſono gli effetti, che produce la ſcintilla elettrica attraverſando l'acqua; I. ne ſpiega l'aria in lei fiſſa (396); II. e in minutiſſime parti la divide, e la rigetta (397). + + cale gr for com

399. E queſte due violente mutazioni, che produce la ſcintilla in una particella d'acqua, non ſarebbono una viſibile rappreſentanza della maniera, con che più blandamente l'elettriciſmo ordinario agevola, ed aumenta dell'acqua l'inſenſibile evaporazione? Mi ſono accertato della verità di queſto fatto con replicate eſperienze; ma queſte volentieri io tralaſcio; che ciò è ſtato molto accuratamente da molti provato, e particolarmente dal Signor Abate Nollet nel diſcorſo quarto delle ſue ricerche ſulle cagioni particolari de' fenomeni elettrici.

400. In quanto alla maniera del fatto medeſimo primieramente oſſervo, che il fuoco comune facendo evaporare l'acqua appunto divide le parti di eſſa, e ne ſpiega, e ſepara l'aria tra dette parti fiſſa, o condenſata. Non potrebbe dunque eſſere, che il vapore elettrico appunto con una ſimile operazione produceſſe un ſimile effetto?

401. Poi rifletto a ciò, che intorno a queſto punto dell'evaporazione ha dottamente ſcritto il Signor Dottore Tomaſo Deſaguliers nel ſecondo tomo della ſua Fiſica. Egli, dopo confutate con ſode oſſervazioni, ed eſperienze le diverſe ſpiegazioni dell' evaporazione de' fluidi, che ſogliono arrecare diverſi Filoſofi, s' inoltra a provare, e ciò ſempre con oſſervazioni, ed eſperienze; I. le parti coſtitutive dell'acqua (comechè l'acqua nel ſuo naturale ſtato ſia ſpecificamente più grave dell'aria) eſſere ſpecificamente più leggere delle parti coſtitutive dell'aria; II. affinchè quelle galleggino ſu queſte, eſſere ſufficiente, ſe ſi dividano, e

ſepa-

ſeparino l'une dall' altre; III. eſſere attiſſima a dividerle l'azione del fuoco; IV. dover eſſer attiſſima allo ſteſſo fine l'azione dell' elettriciſmo.

402. Nulladimeno, ſebbene hanno non poco peſo e l'analogia delle noſtre eſperienze colle mutazioni, che induce il fuoco nell'acqua evaporandola, e le ragioni, ed oſſervazioni del dotto Ingleſe; giova per ora ſoſpendere il noſtro giudizio circa la maniera del fatto, la quale non poſſiamo per anco aſſai chiaro intimamente, ed immediatamente diviſare; tanto più che pell' uſo ne baſta la cognizione della verità del medeſimo.

403. Nè però i fatti fin'ora provati intorno all'elettriciſmo dell'acqua laſciano di ſuggerirne d'altri fatti alcuna aſſai dicevole ſpiegazione, quantunque la prima ragione di quelli ne reſti per ora naſcoſta. Per eſempio una corda bagnata, un ramoſcello verde, un ghiacciuolo non traſportano la ſcoſſa elettrica un ſorcio aſciutto la traſporta, e talora ne muore; ſe ſi bagna reſiſte a qualunque prova.

404. Che la fibra sì della corda, che del ramoſcello è elettrica per origine, e l'umidore sì di quella, che di queſto non è che una certa quantità di parti acquoſe aſſai ſcarſa a traſportare il colpo elettrico (388). Il ghiacciuolo poi ſerba egli pure la natura dell'acqua; e perciò è inetto a tale fonzione; E lo ſtrato d'acqua, che involge il ſorcio bagnato, appunto perchè è ſottile, è atto a rompere il colpo elettrico (388). Che, come abbiamo viſto, la ſcintilla, che, per così dire s'ammorza attraverſo a poc'acqua, più viva reſta, e più efficace a proporzione che una più ampia quantità ne tragetta.

405. E da queſti principj dipende, cred'io, la maniera di eſeguire un veramente meraviglioſo ſperimento, che accenna Beniamino Franklin. „Noi ne ſiamo propoſti, dic'egli, d'accendere „ſpiriti da due rive nel medeſimo tempo inviando una ſcintilla „dall'una all'altra riva ſenz'altro conduttore, che l'acqua; eſpe„rienza, che noi abbiamo poc'anzi eſeguita con molto ſtupore

de'

„ de'riguardanti „. Questo, e null'altro esso ne accenna. Ecco come dalla teoría della boccia di Leiden, e dall'indole, che ha il vapore elettrico per rispetto all'acqua, ne ricavo io la maniera d'imitarlo in piccolo.

406. I. Entro un vase lungo sei piedi pieno d'acqua pongo due colonnette di metallo una in una estremità di esso vase, l'altra nell'altra esttemità. II. Poso sopra amendue le dette colonnette un cucchiaio pieno di spirito di vino. III. Poi, tenendo io sulla palma della mano una boccia assai ben caricata, ed avvertendo di non toccarla altrove, avvicino lo stile di essa allo spirito di un cucchiaio; ed in tanto un altra persona tiene un dito vicino allo spirito dell'altro cucchiaio. IV. Allora in uno stesso punto di tempo il vapore eccessivo accumulato nell'interiore della boccia si scarica pell'uncino nel cucchiaio, e ne accende lo spirito, e indi lungo la superficie dell'acqua sale pell'altra colonnetta nell'altro cucchiaio, di dove dirigendosi al dito, attraverso allo spirito contenuto in quello l'accende similmente, e pel corpo dell'altra persona si disperde nel suolo.

407. Anzi si possono in simil maniera inviare nello stesso tempo con una sola boccia due scintille attraverso a due fiumi vicini. S'intendano due vasi simili al suddetto, e similmente provisti di sue collonnette con i cucchiai, spiriti ec., e situati in diretto l'uno dell'altro secondo la loro lunghezza: ma in tale distanza, che un cucchiaio d'uno d'essi resti lontano da un cucchiaio dell'altro quanta è la distanza dell'uncino d'una qualche boccia di Leiden dall'esteriore armatura della medesima; che allora, tenendo io pel collo detta boccia, ne avvicino l'armatura esteriore allo spirito d'uno, e l'uncino allo spirito dell'altro de' due suddetti cucchiai, mentre due persone tengono un dito vicino allo spirito degli altri due; e siccome il vapore eccessivo, che si disperde dall'uncino nel suolo oltre un vase attraverso ai due cucchiai, ne accende i spiriti; così un'eguale quantità di vapore, che dal suolo, e d'oltre l'altro vase, accorrerà attraverso

agli

agli altri due cucchiai per supplire il difetto dell' esteriore superficie della boccia, ne accenderà gli spiriti contenuti ne' medesimi.

408. Ognuno vede, che i due vasi rappresentano i due fiumi; e chi vorrà prendersi diletto d'esperimentare ne' fiumi, vedrà, che riesce in grande quanto mi sono contentato di esperimentare in piccolo.

409. Nè questa esperienza contradice punto a quanto in un altro capo abbiamo provato della legge, con che si scarica la boccia di Leiden; cioè, che si scarica pella via brevissima, e attraverso a corpi, che siano i più elettrizzabili per comunicazione. In questo caso (407) la boccia si scarica per una serie di corpi interrotta. (300) Il vapor eccessivo pell' uncino discende nella colonnetta; indi si espande sull' ampia superficie dell'acqua, che proverebbe maggior resistenza ad attraversarla (391), e lungo essa superficie si dirige al corpo più elettrizzabile per comunicazione, che gli sia più vicino, cioè all' altra colonnetta metallica, e indi pel corpo di chi presenta il dito, nel suolo. Lo stesso si dica del vapore, che attraverso all' altro vase, o fiume accorre dal suolo a supplire il difetto della superficie esteriore.

410. E che veramente la scintilla lungo la superficie dell'acqua attraversi o i vasi, o i fiumi, si può facilmente provare. Mentre la boccia si scarica attraverso a' medesimi attuffate in acqua il dito, il pugno, il braccio, o il piede ec. riceverete la scossa, che principierà nella circonferenza del dito, braccio, o piede, che resta a fior d'acqua.

411. Ma in somma, e quale sarà mai la ragione, che la scintilla elettrica, la quale perisce attraverso a' sottili strati d'acqua, vivissima attraversi l'ampia superficie d'un lago, d'un fiume? La più probabile congettura, che mi suggeriscano le circostanze del fatto, ella è, che il vapore denso d'una scintilla spinto attraverso a poc'acqua fa azione assai violenta sulle parti di lei. Quindi è, che la scintilla attraversando poc'acqua la fa lucere, e cigolare; il

il che non fa attraverſandone quantità maggiore. In queſta violenta azione ſi conſuma, e ſi ſpegne la vivezza di lei; che per l' oppoſto, ſe in un'ampia ſuperficie s'eſpanda, fa ſu eſſa azione minore a proporzione che a maggiore rarità vi ſi dilata; onde meno di forza ella perde, e di attività.

412. E la maniera particolare, con che la ſcintilla in poc'acqua ſi conſuma, non ſarebbe ella queſta, che le parti del vapore elettrico, reſtando aſſai condenſate entro a' riſtretti fili dell'acqua medeſima, tra gli elementi di lei s' inſinuaſſero, e li divideſſero, ed evaporaſſero, e ſi congiungeſſero a que' vapori, e in tal guiſa ſi diſperdeſſero?

413. Queſto principio, che l'operazione del vapore elettrico ſull'acqua, che attraverſa, ſia violenta a proporzione della denſità, e quantità di eſſo vapore, ed a proporzione della ſcarſezza dell'acqua, che attraverſa, vedremo avverarſi eſattamente (ma con legge di proporzione molto maggiore delle parti del vapore per riſpetto alle parti metalliche) anche nel tragitto del vapore medeſimo per entro a' metalli. Per riſpetto all'acqua ho ben tentata alcuna eſperienza, onde ho procurato di eſaminare in eſſa queſto fatto immediatamente? E a dir vero m'è paruto, che ſcaricando più volte il quadro di Franklin attraverſo ad uno ſtrato d'acqua aſſai ampio, ma che in un luogo ſi riſtringeva moltiſſimo, in quel luogo s' aſciugaſſe più preſto il vetro, ſu cui era ſparſa l'acqua, di quello che avrebbe dovuto avvenire pella ſola evaporazione naturale: ma non eſſendomi per ora riuſcito di miſurare, e paragonare queſt' effetto aſſai eſattamente, non attribuiſco alla mia opinione (412) altra probabilità, che quella, che può avere dall' analogia.

414. Mi ſon bene in varie guiſe adoperato anche circa l'acqua evaporata per iſtruirmi, o particolarmente intorno alla ragione di queſto fatto, che poc' acqua rompe il colpo elettrico, e molta lo traſmette aſſai efficace, o univerſalmente intorno all' indole dell'acqua per riſpetto all' elettriciſmo univerſale; ma da mol-

tissime prove non ho conseguita che quest' unica notizia : che l' acqua evaporata essa pure si può, come gli altri corpi elettrizzabili per comunicazione, e per eccesso, e per difetto elettrizzare. Eccone l' esperienza.

415. Una persona isolata stropiccia colla destra la macchina isolata. Un' altra similmente isolata tiene la sinistra alla catena, ma non lungi dalla macchina. Quella colla sinistra, e questa colla destra reggono ciascuna un focone, su' quali bollono eolipile di rame piene a metà d' acqua, e talmente situate, che gl' impetuosi fili di vapore spicciano da' loro becchi con direzioni orizontali, e parallele; Non mai per lungo intervallo ritengono questa direzione i due, dirò così, violenti zampilli d' acqua evaporata; ma in alcuna piccola distanza dagli orifici, onde scaturiscono, si piegano l' un verso l' altro, e si mescolano insieme.

416. Si slontanino l' una dall' altra le due eolipile, e si presenti di fianco al vapore di una delle due un corpo straniero; verso questo quello si piega, e si dirige; ma con minore forza.

417. In somma l' acqua evaporata si può e per eccesso, e per difetto elettrizzare. La elettrizzata per eccesso si muove verso la elettrizzata per difetto, e si muove verso la medesima con forza maggiore, che verso un corpo straniero, giusta la legge de' movimenti elettrici (63 ec.). Lo stesso si dica della elettrizzata per difetto.

418. Di null' altro, diceva, m' è riuscito finora di accertarmi con le varie sperienze, che ho fatte sull' acqua evaporata; ma appunto le poche cose, le quali, e intorno ad altri capi, e intorno a questo dell' elettricismo considerato per rispetto all' acqua, m' è riuscito di conoscere, penso, che debbano persuadere chiunque, che non per questo, che siano esciti alla luce molti volumi de' fenomeni elettrici; nulla inoltre si possa, o debba di questa materia ricercare, o scrivere. In fatti nelle medesime poche proposizioni, che abbiamo in questo capo stabilite, ognun vede restarvi molta materia di esperienze, se si vogliano esse più

esatta-

eſattamente determinare. Per eſempio diciamo, che a proporzione che creſce la quantità dell' acqua, creſce la violenza del colpo elettrico (388). Ma queſto da me non ſi dice, che relativamente ad alcune eſperienze fatte in quantità d' acqua aſſai mediocri; nè però ſi ſono aſſegnati i limiti, oltra i quali dee probabilmente, creſcendo la quantità dell'acqua, non creſcere di più, ma o ſcemare, o fors' anche diſperderſi il colpo elettrico; Ne s'è determinata la individua proporzione dell' accreſcimento del colpo ne' limiti, entro a' quali realmente creſce. Similmente ho detto (391, IV.), che la ſcintilla elettrica trova maggiore reſiſtenza in attraverſare una piccola parte dell' interiore ſoſtanza dell'acqua, che non trova attraverſo all' aria (392): ma queſto, come ognun vede, non s' afferma da noi, che relativamente ad alcune eſperienze, nelle quali il colpo elettrico è tutto unitamente ſpinto per un fil d' acqua (388). Che peraltro molt' acqua reſiſte incomparabilmente meno, che eguale volume d'aria. Così nella boccia armata interiormente d' acqua trova bene alcuna reſiſtenza l'elettrico vapore, come ſi vede dalla luce di che empie la boccia attraverſandone l' acqua; ma peraltro ſi ha il colpo, che non ſi ha attraverſo all' aria (cap. IV.) +

+ ce chapitre contient bien des discours, ~~et~~ peu de choses solides et beaucoup de pensées fausses, ou mal appuyées.

CAPO

CAPO VII.

In cui si tratta dell'elettricismo per rispetto a' vegetabili, animali, e metalli; e I. s'accennano l'esperienze, con che da' Fisici s'è provato, che l'elettrizzamento ordinario aumenta la evaporazione, la nutritura, e la vegetazione delle piante; II. dall' accrescimento dell' insensibile traspirazione, che l'elettrizzamento cagiona negli animali, si passa a sospettare intorno ad altri usi, che possa avere il vapore elettrico nell' economia animale; III. si propone quanto di certo, o probabile si può ricavare dall'esperienze dell' attività del vapore elettrico su gli animali; IV. Si sperimenta intorno alla soluzione de' metalli pel colpo elettrico, e si determina il luogo, e alcuna generale ragione di detta soluzione. V. Si sperimenta intorno alla soluzione delle fibre de' vegetabili, e d'alcuni altri corpi, che avviene similmente pel colpo elettrico, e si rende ragione della differenza di essa dalla soluzione de' metalli.

419. L'Elettrizzamento ordinario della catena non solo accresce la evaporazione dell' acqua pura, e non mista (399); ma aiuta ancora, ed accresce la evaporazione del sugo delle piante, e delle frutta; e di più giunge ad aumentare la insensibile traspirazione degli animali. Si veda come con diligenti, e replicate esperienze è stato questo dimostrato dal Signor Abate Nollet nel discorso quarto delle sue ricerche sulle cagioni particolari dell' elettricità.

420. Anzi lo stesso elettricismo, il quale fa, che le piante traspirino più abbondantemente, dà anche loro forza di più abbondantemente nutrirsi, e conseguentemente di vegetare più velocemente.

te. Così una pianticella elettrizzata e disperde più d'umido, e maggior copia ne succhia. Giusta le leggi della vegetazione stabilite da Hales nella sua statica de' vegetabili il secondo effetto è una conseguenza del primo. L'esito ha comprovata la verità dell' illazione; che quasi nello stesso tempo hanno intorno a questo punto sperimentato, ed hanno colle loro diverse sperienze conosciuta la medesima verità il Signor Mambray in Edimburgo, il Signor Abate Nollet in Parigi, l'Abate Menon in Angers, e il Signor Bozè in Vittemberga, e più evidentemente di tutti l'ingegnosissimo Jallabert in Ginevra. Ha egli messo certa quantità d'acqua entro a molte simili, ed eguali caraffe. Ha posto su i loro orifici alcune cipolle di narcisi, gionchiglie, giacinti, due di ciascuna specie su due distinte caraffe. Un piccolo tubo di vetro, entro cui passava un filo sottile, facea la comunicazione della catena coll' acqua. Avendo poi elettrizzata per molti successivi giorni la metà di queste caraffe, cioè una per specie, e lasciate le altre in disparte, ma in un luogo di simile esposizione, conobbe; I. che le caraffe elettrizzate aveano perduta parte maggiore del loro peso, che le non elettrizzate; II. e che le elettrizzate aveano vegetato di più, che le non elettrizzate. Per esempio delle due, su cui v' erano cipolle di narciso, una, che pesava da principio vent' once, ed otto grossi, dopo l' elettrizzamento di molte ore nello spazio di nove giorni non ebbe di peso che diciannov' once, e otto grossi, e l'altra, che da principio pesava vent' once, e cinque grossi, e quarantacinque grani, dopo lo stesso tempo pesava ancora vent'once, quattro grossi, e sessanta grani; ed universalmente le cipolle elettrizzate crescevano più, e nello stelo, e nelle foglie; le loro foglie si stendevano di più, e i loro fiori s' impassivano più prontamente.

421. Ora questo vapore elettrico; che spinto dall' arte entro a' vegetabili sensibilmente agevola, ed accresce la loro nutritura, e vegetazione, non sarebb' esso (giacchè la natura l'ha in ogni corpo in certa quantità, e misura universalmente distribuito) una

del-

delle principali cause efficienti delle suddette naturali fonzioni ne' vegetabili, e negli animali?

422. L' immortale Nevvton ha sospettato simili, od anche maggiori cose d' alcun fluido non dissomigliante dal vapore elettrico. Egli nel libro III. della sua Ottica quest. XVIII. comincia a discorrere d'un fluido, cui dà il nome di mezzo etereo, incomparabilmente più raro, più sottile, più elastico, e più attivo dell' aria, che per tutti i corpi attraversa con indicibile facilità, e negli spazj celesti ampiamente s'espande pella sua elasticità. Nelle quest. XIX., e XX. propone i suoi dubbi circa la forza, che possa avere lo stesso mezzo a rifrangere i raggi della luce. Nella XXI. sospetta, che lo stesso mezzo etereo sparso negli spazj celesti possa essere la cagione della universale gravità; ed ivi per iscioglierе la difficoltà, che se gli potrebbe fare della ripugnanza d' una somma rarità, ed attività di esso mezzo, arreca l' esempio del vapore elettrico, che dice essere rarissimo, ed attivissimo. Passa poi nella quest. XX. a proporre i seguenti dubbi. „ La „ vista non farebbesi essa dalle vibrazioni di questo mezzo, che „ nel fondo dell' occhio si eccitino da' raggi del lume, e indi si „ propaghino nel luogo del sentire pelli solidi, pellucidi, ed „ uniformi capellamenti de' vetri ottici „ ? Lo stesso soggiunge dell' udito. Poi più universalmente nella quest. XXIV. „ Il mo„ to animale, dic'egli, non farebbesi esso dalle vibrazioni del sud„ detto mezzo, che si eccitino pella podestà del volere, e indi si „ propaghino, affine di accorciarli, e dilatarli, ne' muscoli per „ li solidi, pellucidi, ed uniformi capellamenti de' nervi. „ Le ulteriori esperienze, e scoperte fatte nell' elettricismo, di che Nevvton non ha visto che il principio, pare, che aggiungano forza a' dubbi del grande Filosofo. La velocità, con che si muove, cambia direzione, s' arresta, e di nuovo si slancia l' elettrico vapore, pare, che possano soddisfare alla velocità, e cambiamenti delle sensazioni, e movimenti animali; la facilità singolare, con che esso attraversa, e generalmente i corpi elettrici per comuni-

cazio-

cazione, ed in particolare le parti nervose, e musculari degli animali, convengono alla facilità, con che si trasportano al luogo del sentire le mutazioni, che inducono negl' organi i diversi oggetti, e all' agevolezza, con che in corrispondenza ne seguono nel corpo altri movimenti. E gli accorciamenti, e dilatazioni, che cagiona ne' muscoli, o una scintilla elettrica, o il colpo elettrico, sono una qualche ragione, che fors' anche immediatamente avvalora la suddetta congettura.

423. Ma, comecchè degnissimo mi paia di essere attentamente, e diligentemente esaminato questo pensiero, che ne è accennato da sì valoroso Fisico, ed è avvalorato da non disprezzevoli congruenze; l'ampiezza però del soggetto, che quanto è nobile, e sublime, altrettanto è composto, e intricato, altro tempo addimanda, altra analisi di minute, e diligenti sperienze, ed altro distinto trattato. Perora altro non accennerò, che quanto di certo, e probabile s' è fin'ora generalmente conosciuto intorno all' attività dell' elettricismo per rispetto a' corpi viventi.

424. Dunque primieramente è certo, che il vapore elettrico penetra ne' fluidi del corpo vivente, e che in esso opera; che opera dilatandoli, o rarefacendoli a proporzione della quantità, e densità sua direttamente, ed a proporzione delle dimensioni d' essi fluidi inversamente.

425. La insensibile traspirazione accresciuta in un corpo vivente eletrizzato è la prima prova della suddetta penetrazione; un' altra se ne può avere dal sangue, che spiccia dalla vena aperta ad un uomo elettrizzato, che è un vero zampillo elettrico, e ne ha tutte le proprietà (99).

426. Che operi dilatandoli, e rarefacendoli si può didurre dagli effetti, che produce il colpo elettrico spinto attraverso all' acqua (398), la quale, come dicevamo (99), s' elettrizza medesimamente che il sangue (425). Ma si può anche immediatamente provare dall' effetto, che produce il colpo eletrico, che attraversi il corpo d' un uccello. L' uccello pell' ordinario ne

muore

muore; e per l'ordinario, se si apra, e si esamini diligentemente si trova alcuna echymosi, o travasamento di sangue ne' luoghi, ne' quali la scintilla ha attraversato con una massima densità; così, se si faccia, che la scintilla attraversi dal capo all' petto dell'uccello, verso il luogo del capo, per cui entra, e verso il luogo del petto, per cui esce la scintilla, si scorge la suddetta echymosi.

427. La proporzione di questa operazione si prova in simil maniera; Imperocchè una scintilla, la quale uccide il cardellino, non uccide un piccione; quella, che uccide il piccione, non fa, che scuotere un gallo, e a quella, cui il gallo non resiste, resiste l'uomo ec.; e la scintilla, che nel cardellino spezza alcuni minutissimi vasi sanguigni, non ispezza in esso i vasi maggiori; nè una scintilla più piccola, che venga a ferire il cardellino dalla catena, lo danneggia quanto la più densa, e più impetuosa, che attraverso ad esso si scarichi dalla boccia di Leiden; e, se il cardellino s'unisca alla catena, e così si elettrizzi per comunicazione, senza che riceva scintilla, dal raro vapore, che in esso si espande, non ne soffre la molestia, che ha da qualunque più piccola scintilla. Sicchè è chiaro, che la forza, con cui il vapore elettrico dilata i fluidi de' corpi viventi, è proporzionale in alcuna diretta ragione alla densità di esso vapore, ed in alcuna ragione inversa alla dimensione d'essi fluidi.

428. In secondo luogo par certo, che il vapore elettrico penetri nelle parti nervose, e musculari del corpo animale, e che operi in esse dilatandole, ed accorciandole; e che operi più a proporzione di sua maggiore densità, e quantità.

429. Fattami accidentalmente una leggera ferita in un dito, ho provato di riceverne per essa diverse scintille dalla catena; e ne sentiva una specie di ribrezzo, che ampiamente mi si spandeva pe' nervi, simile alla molesta sensazione, che si ha ne' nervi della faccia, e del petto dallo stridore acuto d'una lima aspra, che si spinga a forza sulla costa d'una lama di ferro.

430. E questo casuale sperimento mentre mi accenna, che il vapore penetra i nervi, mi dichiara ancora la maniera, con che opera su'medesimi, cioè che li vibra. Su'muscoli certamente esso opera dilatandoli, ed accorciandoli. Spesse volte, standomi isolato con la sinistra alla catena, con un dito do scintille a' tendini, o muscoli delle dita, della mano, del braccio d'alcuno, e ne vedo eccitarsi alcuni movimenti, a produrre i quali sono destinati essi muscoli, per esempio piegarsi le dita, il pugno ec.

431. In quanto poi alla proporzione di questa operazione, che fa su' nervi, o muscoli il vapore elettrico, ella si può ricavare dalla diversa efficacia, che hanno l'elettrizzamento ordinario, le scintille, il colpo elettrico a muovere dette parti. Il raro vapore, che dalla catena si scarica sul rovescio della mano, non eccita ne' nervi, che la sensazione d'un venticello. Il vapore condensato in scintilla, che ricevo col dito dalla catena, mi punge esso dito, e inoltre mi reca scuotimento nel dito, o nella mano. La maggior copia di vapore, che apporta il colpo elettrico, mi cagiona scossa più forte; e questa è anche più violenta a proporzione che è più viva la scintilla, che me l'arreca. Ed avvi questa legge, che la scossa si estende egualmente nelle parti simili del corpo dell'uomo, che la riceve, seppure il colpo non sia dimezzato (300), e si estende più nelle parti di maggior dimensione a proporzione che è più violenta, cioè a proporzione che è più carica la scintilla, che la apporta. Per esempio un colpo elettrico mediocre m'arriva a scuotere il pugno della mano sinistra, per cui entra, e similmente mi scuote il pugno della destra, per cui esce. Un altro più forte mi scuote il gomito destro, e sinistro egualmente. Un altro anche più forte mi scuote i muscoli dell' omero destro, e sinistro di bel nuovo tutti due egualmente. Alcuno ne ho ricevuto, che m' ha scosso egualmente l'una, e l'altra parte del petto, ed alcuno, che mi ha quasi con istantanea violenza compressi i vasi sanguigni dall'una, e dall'altra parte del collo, e m' ha sensibilmente offuscata la testa.

432. La ragione della scossa ella è certamente la densità, e l' impeto del vapore; e la scossa medesima non è altro che un' istantanea, e violenta dilatazione de' muscoli, e de' fluidi (430, 431); e la ragione del luogo, in cui si ha, ed a cui si estende la scossa (per quanto mi lascia per ora congetturare l'analogia) si dee didurre dal seguente principio. Che il vapore elettrico ha attività maggiore a proporzione di sua maggiore densità, ed a proporzione della scarsezza delle parti, pelle quali attraversa (424). Questa proposizione, che abbiamo visto avverarsi in altri casi (413), si proverà più evidentemente poco dopo, quando tratteremo dello scioglimento de' metalli per esso vapore. Ciò posto, a proporzione che la quantità, e densità del vapore, che si scarica da una boccia sarà maggiore, sarà atta a fare operazione sulle parti di maggiore grossezza; onde o solo nel dito, o nella mano tutta, o nel braccio, od anche nel petto si propagherà lo scuotimento a proporzione della suddetta maggiore quantità, e densità. E poichè la stessa quantità di vapore, che nella scossa entra per esempio pel braccio sinistro, che s'avvicina all' uncino, esce per il destro, che a cagion d' esempio sostiene la boccia (315); e le parti corrispondenti elettrizzabili in amendue le braccia hanno proporzione di eguaglianza; ne segue, che la stessa scossa debba estendersi a' medesimi luoghi in tutte due le braccia, ed egualmente colpirle.

433. In fatti la scossa, che reca poca molestia ad un uomo, uccide, come abbiamo visto, un cardellino, od altro anche più robusto animale. Ho io attraversato il corpicciuolo d' un cardellino con una scossa, la quale ho facilmente diretta in tal maniera, che lo ha attraversato dalla testa al petto. L' uccelletto colpito è restato per alcun secondo senza moto; poi ha spiccato un volo verso il canto vicino della camera, e ivi ha urtato alcune volte colla testa nell' uno, e nell' altro muro del canto medesimo. Indi è caduto a terra tramortito: ma poco dopo ha spiccato un altro volo assai incerto verso il muro opposto, in cui avendo similmente

urta-

urtato è caduto lunghesso muro, e dopo alcun minuto è morto.

434. Dalle quali cose ognuno intende, che il cardellino era stato accecato, e colpito a morte, ciò che a Franklin è riuscito in un piccione; e si comprova, che il colpo elettrico ha maggiore attività, e più ampiamente si estende nelle parti vitali a proporzione che esse hanno minor dimensione.

435. Ma questo vapore micidiale potrebbe egli talmente attemperarsi nella sua quantità, e movimento, che anzi che molestia, o danno, sollievo recasse in alcun caso all'economia animale? Non baderò alle ragioni: cioè, che il vapore elettrico possa, vibrando i muscoli, e nervi, render loro il tuono; che possa rarefacendo i liquidi, che irrigano il corpo umano agevolarne il loro movimento ec. M'attengo a' fatti. La guarigione del Paralitico di Ginevra pare non si debba attribuire ad altro, che all'elettrizzamento, con che unicamente per opera del celebre Signor Jallabert si è perfettamente ristabilito; i saggi di simili guarigioni, che ne ha dato il Signore Sauvages Professore di Medicina in Montpellier; alcun' altra guarigione similmente operata in Bologna dal Signor Dottor Verati ec. mi fanno credere, che, o realmente l'elettrizzamento (*a*) giova in alcune malattie della natura di quelle, in che

(*a*) Dico l'elettrizzamento, non la pretesa arte di intromettere per opera di esso i medicamenti ne'corpi degli ammalati, intonacandone i globi, o altrimenti; Imperocchè, sebbene quest'arte abbia avuto in Italia alcuni favoreggiatori; questi però o ben presto si sono da se stessi ridetti, o sono stati da molt'altri Italiani avvertiti de'loro abbagli. Ha poi anche conferito a far palese all'estere nazioni la vanità di quest'arte il viaggio, che a tal fine ha intrapreso pell'Italia il Signor Abate Nollet; e finalmente la risolutezza, e costanza del Signor Dottor Somis Professore di Medicina in questa Regia Università di Torino ha data l'ultima mano al disinganno. S' è egli portato in Venezia affine di trattare di questo punto col Signor D. Pivati, che era il fautore più acre della suddetta pretesa arte. S' è assoggettito egli stesso a tutte le prove più violente, che ha saputo tentare in questo genere il detto Signor D. Pivati; e nulla ha rissentito di quanto gli era stato minacciato; di nessuna

che l' hanno adoperato i suddetti Fisici, o che almeno merita questo punto di essere con replicati sperimenti diligentemente esaminato. Chiunque pretende decidere del fatto senz' altro principio, che della possibilità, o impossibilità, che in esso gli paia di scorgere ragionando, pretende l'impossibile; che basta bene la sola considerazione de' nuovi maravigliosi fenomeni elettrici, che si vanno cotidianamente scoprendo, a farne vedere: che le opere dell' onnipotente Iddio non sono limitate dagli scarsi raziocinj degli uomini. E che altro non sappiamo di quelle, che quanto la

suna mutazione, che in lui avvenisse nè esso, nè i riguardanti si sono accorti. Anch' io, fin da principio che cominciò a scriversi, e parlarsi di questa nuova maniera di medicare, mi sono convinto della falsità di essa con replicate sperienze. Ed ultimamente non ho trascurato di sperimentare intorno a essa giusta il metodo accennato da Franklin pag. 211., che m' è paruto il più proprio di tutti ad ischiarire questa materia: nè mai m'è riuscito di sentirmi alcuna commozione da purganti più attivi, che ho messo in opera.

Prego l'Autore Anonimo dell'Istoria generale, e particolare dell'elettricità scritta in Francese, e stampata in Parigi 1752. a voler egli stesso similmente sperimentare; e credo, che si dovrà ridire di quanto ha egli scritto nella seconda parte della sua storia: dovrà confessare, che l'ingenuo amatore della verità il Signor Abate Nollet non ha nè viaggiato, nè operato per impegno; conoscerà, che il Signor Dottor Somis non è un cert' uomo da nulla (*pag. 192. della parte prima*), nè che è apocrifa l' istoria di lui (*nell' istesso luogo*): ma che gli può ben insegnare che, e come vuolsi sperimentare per giudicare. Che ha egli sperimentato, che ha sperimentato a dovere, e che non altrimenti ha giudicato, che secondo l' esperienza. Come anche, se vorrà, anzi che scrivere storie, leggere chi scrive della materia, non iscriverà un' altra volta, che il Signor Collinson sia l' inventore dello scioglimento de' metalli pel colpo elettrico (*pag. 176. della prima parte*); nè che i Signori De Lor, e Dalibard abbiano i primi pensato, che le spranghe acute possano attirare la materia del fulmine. Si veda Franklin pag. 193., pag. 164.

la sperienza ne fa vedere, e toccare, o ne manifesta la Religione (*a*).

436. Se si volesse giudicare di quello, che è, da quello, che si può col raziocinio conoscere, si dovrebbe rigettare come favola quanto si dice dell' attività dell' elettricismo su i metalli medesimi; che possa il colpo d' una scintilla elettrica scioglierli, chè possa internarne le parti loro ne' vetri, sicchè restino insolubili da' rispettivi loro menstrui ec. Eppure sentiamo cosa ne dice il valoroso Franklin „ Prendete, dic' egli, una foglia d' oro, „ d'argento, o di rame dorato . . . Tagliate da questa liste lunghe, „ e strette della larghezza d' una paglia, e adattatene una tra „ due lastrette di vetro pulito, che siano della larghezza d' un „ dito; se una non è assai lunga, per arrivare da un capo all' al-

(*a*) Non poche cose avrei io da aggiungere intorno l' attività dell' elettricismo, che e non poco lume recherebbono alle proposizioni, che ne ho stabilito, e ne suggerirebbono più ampie congetture. Per esempio dico (430), che il vapore elettrico dilata i muscoli, e gli accorcia. Non mi sono contentato di inferir questo da' movimenti, che esso eccita nella mano, e nel braccio d' un uomo. Ho proccurato, che si separasse dalla coscia d' un gallo uno de' muscoli estensori della gamba; non restava più esso unito alla gamba, che pe' tendini, e nervi. Ad ambidue i tendini ho attaccato un filo d'ottone: uno di questi io tenea in contatto dell' armatura inferiore del quadro di Franklin; poi, caricato il quadro, ne avvicinava l' altro filo all' armatura superiore, e il colpo attraversando per un filo nel capo del muscolo, e indi lungo il muscolo nell'altro filo, produceva i seguenti fenomeni. I. Nello stesso punto di tempo, che scoppiava dal quadro la scintilla, il gallo stendeva di molto la gamba. II. Nel punto medesimo le parti laterali del corpo del muscolo si spiegavano all' infuora, e violentemente si dilatavano; e il moto loro principiava di verso i tendini, e rassomigliava un ventaglio da donna mezz' aperto, che con impeto si finisca d'aprire. S' è punto lo stesso muscolo in diversi luoghi con un ago, nè mai n' è risultato alcun movimento, che in nulla si possa paragonare col movimento suddetto. Altre cose ho similmente sperimentato su alcuni nervi, vasi sanguigni ec. Ma, come diceva, questa materia addimanda ulteriori ricerche, ed un distinto trattato.

„ altro de' vetri, aggiungetene un'altra alla sua estremità, talchè una piccola parte sporga fuora de' vetri, ad ambe le estremità; stringete poi, ed unite i due vetri da un capo all'altro con un filo di seta assai forte. Fate, che attraverso a queste liste si scarichi un colpo elettrico . . . Se le vostre lastre restano intere, voi vedrete, che l'oro manca in molte parti, ed in sua vece troverete delle macchie metalliche sulli due vetri. Queste macchie sul vetro superiore, ed inferiore sono perfettamente somiglianti sino ne' minimi tratti . . . Il metallo mi è paruto non solamente fuso: ma medesimamente vitrificato, od altrimenti sì internato ne' pori del vetro, che parevano questi diffenderlo dall' azione della più potente acqua forte, o acqua regia . . . Talora la macchia si dilata oltre la larghezza della foglia, e pare più brillante sull' estremità . . . Talora il vetro si spezza in briccioli. Una volta il vetro di sopra si spezzò in mille pezzi, che parevano come grani di sale grossolano. . . L'oro vero fa una macchia più oscura della macchia, che fa la foglia di rame; L' argento fa una macchia verdastra.

437. Io ho replicate moltissime volte queste esperienze, e ne ho ricavate le seguenti particolarità; I. che la soluzione accadeva ne' luoghi, ove le liste metalliche erano più rare, e ristrette; II. che le macchie di alcuni diversi metalli hanno il loro fondo d' un assai somigliante colore; III. che si possono sciogliere le liste metalliche posate su d' un vetro, senza che sieno da altro vetro coperte, e rinchiuse; IV. che anzi si può sciogliere una lista, che penda liberamente in aria.

F 438. Mi sono accertato della prima particolarità primieramente notando la diversa densità, ed ampiezza della lista ne' suoi diversi luoghi avanti il colpo, poi confrontandone i luoghi sciolti dopo il colpo. In secondo luogo me ne sono assicurato tagliando le liste a bella posta irregolari; sicchè in diversi luoghi avevano

di-

diversissima larghezza; e sempre ne' luoghi più stretti ne accadeva la soluzione. Quindi è, che se taglierete due liste, una di figura rettangolare, l'altra di figura triangolare acutangola, e farete, che la cima di questa resti vicina alla base di quella, a preferenza d'ogni altra parte si sciorrà questa cima; ed a ciò sarà sufficiente una mediocre scintilla.

439. E questa particolarità certamente prova ad evidenza la legge, che spesse volte ho dovuto citare ne' capi precedenti (413, 432 ec.); che l'attività del vapore elettrico è proporzionale in alcuna diretta ragione alla densità sua, ed alla scarsezza delle parti elettrizzabili, che attraversa.

440. Mi sono accertato della terza particolarità, facendo, come nel num. penultimo, che l'apice d'una foglia acutangola incontrasse la base d'una rettangolare sopra un vetro senza coprirlo, e ne ho sciolto esso apice con somma facilità.

441. Ho appeso all' estremità dell' arco conduttore una foglia metallica, che finiva in punta assai acuta; L'ho rapidamente avvicinata al quadro caricato; e sempre se ne è sciolta la punta; onde mi sono accertato della quarta particolarità.

442. In quanto alla seconda, osservando con una lente assai acuta le macchie lasciate da diversi metalli, principalmente dall' argento, e dal rame, ne ho visto in ambedue il fondo verdastro. Ora questo comune colore non sarebbe egli un vestigio d' un qualche componente principio, che fosse a' diversi metalli comune? E le differenze de' colori, che si vedono nelle particelle separate dai diversi metalli, non sarebbono un vestigio de' principj diversi, che costituiscono le differenze di ciascun metallo?

443. Ma non solo gli elettrizzabili per comunicazione sono soggetti alla violenza del vapore elettrico; che sforza egli ancora, sebbene diversamente, gli elettrici per origine. Se adatterete tra vetri, a guisa di foglie metalliche, liste di carta, quanto vogliate sottili, o foglie di piante, o scheggie di legno ec. nulla otterrete

rete

rete, che per esse non potrà a grande intervallo attraversare il vapore elettrico, poichè sono elettriche per origine: ma, se si pongano più fogli di carta immediatamente sulla superficie del quadro di Franklin ben caricata, e su d'essi si vibri al solito un capo dell'arco conduttore pel piccolo intervallo della loro spessezza la scintilla elettrica gli attraverserà, e gli bucherà. Franklin è arrivato a bucare con una scintilla quarant'otto fogli di carta. Io ho similmente bucate molte sottili scheggie di diversi legni, diverse foglie, di diverse piante ec. Ed ho osservato; I. che per lo più i piccolissimi buchi fatti nel cartone bagnato restano nella parte, a cui s' avvicina l' arco conduttore, e per cui esce il vapore, con molti sfilacci rivolti all'in su fuora del cartone, e che simile cosa si vede nella parte opposta del cartone, se non resti in contatto del quadro; II. che i buchi fatti nelle foglie delle piante, o nelle scheggie di legno erano alquanto maggiori; III. nè mai m'è riuscito di vedere nè sul quadro, nè sul capo dell' arco conduttore alcun vestigio delle parti sciolte dal colpo elettrico, e mancanti nel luogo del buco.

CAPO VIII.

In cui si tratta dell' elettricismo per rispetto alla luce, e fuoco; e I. si determinano le proprietà, che possono parere comuni al vapor elettrico, ed alla luce, o fuoco comune; cioè lucere, sciogliere, infiammare, dilatare l'aria, l'acqua, evaporare l' acqua medesima, accrescere la nutritura, e vegetazione delle piante ec., diffondersi ad eguaglianza; II. si determinano le differenze, che hanno le suddette proprietà nel vapore elettrico rispetto alle medesime considerate nella luce, o fuoco. III. Si scoprono alcune proprietà, che indicano essere differente la natura del vapore elettrico dalla natura della luce, e fuoco. IV. Si conchiude il libro primo congetturando dalle proprietà scoperte nel vapor elettrico dover essere ampissimo l' uso del medesimo ne' fenomeni dell' universo.

444. MOlti Fisici di non oscuro nome non hanno dubitato di chiamare il vapore elettrico un vero attivissimo fuoco. Ma, come il differenziare le cose, che abbiano una medesima natura, così il non distinguere le sostanze, che abbiano natura diversa, sono cose egualmente opposte alla perfezione delle Scienze. Dunque esaminiamo con diligenza cosa v' abbia di comune, cosa di proprio nelle due mentovate sostanze.

445. Primieramente, come il fuoco, e come il lume del Sole, così luce l'elettrico vapore; e la luce di questo ha le stesse proproprietà, che la luce di quello. Guardo attraverso ad un prisma una continua scintilla elettrica, che scorre da una spranga ad un

qualche vicino corpo metallico, e discerno in essa i vari colori Nevvtoniani. Essa è sufficiente a farmi vedere i colori naturali de' corpi ad occhio nudo; se m' adatto all' occhio una lente mi fa vedere gli oggetti o impiccioliti, od accresciuti di mole, e me li fa riportare a maggiore, o minore distanza secondo le leggi ottiche. Dal che è manifesto, che la luce del vapore elettrico è composta, come la luce solare, e come la luce del fuoco comune; e che i raggi componenti di quella, sì bene che i raggi di questa, hanno le leggi medesime di diversa riflessibilità, e riffrangibilità.

446. Ma questo pare, che non basti per conchiudere, che la natura della luce, o fuoco comune sia la medesima, che la natura del vapore elettrico; che sebbene la parte lucida di questo, come la luce comune, attraversi i vetri; la parte attiva di lui incontra in essi somma resistenza (273).

447. Inoltre la luce, o fuòco comune riscaldano. Un termometro, cui spesso appicco alla catena elettrizzata, mi indica sempre lo stesso grado di calore, che il termometro compagno, che tengo in disparte in esposizione affatto simile.

448. Potrebbe ben essere, che non fosse sensibile lo scaldamento pella rarità del vapor della catena, come si fa avvenire nel lume della Luna; ma neppure una densissima scintilla, che dal quadro di Franklin attraversa una lista metallica, che colle dita stringo tra due lastrette di vetro, m'eccita sensazione di calore.

449. Potrebbe essere, che il dito non s' accorgesse del caldo della scintilla per la velocità, con che essa fugge, come appunto nulla di calore sente esso dito passando con somma velocità sulla fiammella d' una candela: ma neppure una scintilla continua, che riceva col dito dalla catena, mi fa sentire altro, che pungimento, e dilatazione de' muscoli.

450. Finalmente il fuoco comune nel voto si spegne; il vapore elettrico nel voto più ampiamente spiega la sua luce (114); nella qual cosa, più che col fuoco, pare abbia alcuna proprietà comune co' fosfori.

451. L'altre proprietà, che paiono comuni al fuoco, ed al vapore elettrico, sono lo sciogliere, infiammare, dilatare l'aria, l'acqua, agevolare la evaporazione, la nutritura, e vegetazione delle piante ec. diffondersi ad eguaglianza.

452. Ma o quanto sono poi diverse le maniere, onde produce la massima parte di questi fenomeni il vapore elettrico, dal modo, con che li cagiona il fuoco comune! Vedo bene, che una scintilla d'un selcio scioglie in istante, e vitrifica le particelle d'acciaio: ma la soluzione, che fassi de' metalli pel colpo elettrico, pare anche più perfetta; in quella soluzione le parti d'acciaio restano unite in piccole sferette; in questa l'una dall'altra si slontanano, e con grande forza si rigettano.

453. E quanto l'attività del vapore elettrico eccede quella del fuoco in isciogliere; tanto pare che sia di quella minore nell' infiammare. La scintilla elettrica appena infiamma lo spirito di vino, ed altri pochi spiriti; non infiamma, ma solamente scioglie in fumo i corpi oleosi, e resinosi; e non accende il loro fumo, se non è assai riscaldato. Circa lo far fumare le resine, Franklin osserva, che la scintilla, la quale si spicca dal quadro di Franklin fa fumare la vernice, che siasi adoperata nell' indorarlo. Io ho inumidita della polvere di zolfo, di pece, di colofonio, e d'altre resine, e postele sul quadro di Franklin ne ho eccitati colla scintilla de fili di fumo assai visibili all'occhio, e sensibili all' odorato pel loro mal odore. Da una scheggia di noce, che ho unta d'oglio, e poi attraversata con una scintilla, s'è alzata una piccola onda di fumo, che ha sparso quella specie di puzzo, che dà l'oglio, il quale si evapori su d'un carbone. Tutti questi fumi, che s'eccitino su d'un carbone acceso, e si presentino alla catena per riceverne una scintilla, s'infiammano. Ma intanto nessuna scintilla per ora non si sà, che infiammi immediatamente, nè i corpi oleosi, che abbiano consistenza, nè altri corpi più facilmente infiammabili, come paglia, carta ec. Bensì il cartone, o altri simili corpi, che si traforano colla scin-

tilla ſul quadro di Franklin ſi trovano abbruſtoliti, o affumicati nella parte del foro, che è contigua al quadro. Nel colpire colla boccia di Leiden una Lodola, ne ho abbruſtolite le piume, per cui è paſſata la ſcintilla; ſicchè ſe n'è ſentito il puzzo.

454. La dilatazione, che cagiona il vapore elettrico nell'aria, e nell'acqua, non è immediatamente oſſervabile pell'ordinario elettrizzamento della catena. La dilatazione cagionata dalla ſcintilla è iſtantanea; e pare, che ſia molto più violenta della dilatazione, che può cagionare un'egual volume di fuoco.

455. La forza di far evaporare, di produrre, od agevolare la nutritura, e vegetazione delle piante pare, che ſia comune e al fumo, e al vapore elettrico. Per altro non ſi può ancora provare, che e il fuoco, e il vapore elettrico operino ambidue nell'iſteſſa maniera in produrre i ſuddetti fenomeni. Potrebbe eſſere, e che foſſero diverſe queſte due ſoſtanze, e che foſſe neceſſaria l'operazione di tutte e due, affine di produrre li medeſimi effetti, e che l'attività di una d'eſſe ne accreſceſſe la forza, e attività dell'altra, come abbiamo veduto (cap. III), che il calore eccitato dal fuoco comune agevola l'elettrizzamento.

456. E queſto appunto mi ſuggeriſce un'altra conſiderazione, la quale pare ne provi, che e il fuoco, e l'elettrico vapore abbiano alcuna proprietà affatto diverſa. S'è provato, che l'elettrico vapore ha forza di ſpanderſi ad eguaglianza pelle ſoſtanze elettrizzabili, ſecondo la varia eſiggenza di eſſe ſoſtanze (cap. I). Da queſta proprietà neceſſariamente ne ſegue, che (poſte le altre coſe pari) il vapore ſovrabbondante in un corpo da eſſo ſi eſpanda ove ne ſia quantità minore (61): Ora, ſe l'elettrico vapore, ed il fuoco comune ſieno una ſoſtanza medeſima, dove ſovrabbonderà il fuoco comune, ſovrabbonderà il vapore elettrico; conſeguentemente il vapore elettrico accumulato in un corpo, piuttoſtochè verſo il fuoco comune, che non ſarebb' altro, che una quantità di eſſo vapore, ſi eſpanderà verſo un altro corpo elettrizzabile per comunicazione. Ma tutt' all' oppoſto il vapore

elet-

elettrico trova somma facilità ad espandersi pella fiamma ; anzi abbandona altri corpi, per diffondersi in essa ; pare dunque, che non v' abbia tra le parti del fuoco, e le parti del vapore elettrico quella proprietà, che altronde sembra essenziale alle parti dell' elettrico vapore, cioè di espandersi ne' corpi ad eguaglianza.

457. Il vapore elettrico trova somma facilità ad espandersi pella fiamma; Imperciocchè, se avvicino alla catena la fiammella d' una candela, attraverso ad essa cavo dalla catena scintille a distanza piucchè doppia della distanza, da cùi l' otterrei avvicinando il dito immediatamente alla catena. Similmente, se isolo due spranghe in distanza tale, che quella, la quale è elettrizzata dalla catena, non possa comunicare all' altra l' elettricismo, frapponendo di mezzo ad esse la fiamma d' una candela isolata il vapore elettrico liberamente dall' una all' altra attraversa pella fiamma suddetta.

458. Ma queste, ed altre simili esperienze sono notissime: eccone una, la quale prova inoltre, che il vapore elettrico abbandona i corpi, pe' quali scorre, per propagarsi, piuttostochè altrove, attraverso alla fiamma. Presento la fiammella d' una candela ad uno zampillo d' acqua elettrizzata ; cessa in istante lo sparpagliamento d' esso zampillo. M'isolo, e tengo similmente vicino ad esso la candela accesa, e m' elettrizzo, sicchè do scintille a chi mi s' avvicina.

459. E questi fenomeni chiaramente dimostrano, che l' elettrico vapore, anzichè slontanarsi dalla fiamma, come dovrebbe avvenire, se altro essa pure non fosse, che elettrico vapore, lascia di scorrere lungo l' acqua, e pella fiamma nel mio corpo si propaga, ed o vi s' accumula se sono isolato, o per esso si disperde, se mi sto sul suolo.

460. Inoltre colloco sull'orlo del quadro di Franklin una candeletta accesa con accanto un arco di stagno, che s'alza dall' armatura del quadro, e si ripiega verso la parte più lucida della fiamma; Poi, tenendo un capo dell' arco conduttore in contatto dell'

arma-

armatura inferiore, ne presento l'altro capo alla fiamma, sicchè è essa presa di mezzo dagli due archi, uno, che tocca l'armatura superiore, e l'altro la inferiore; poi fo, che si ruoti il globo per caricarne il quadro, ed osservo, che la fiamma si divide in due punte orizontali quasi in forma di T, ed una di queste punte si dirige verso il capo d'un arco, l'altra verso il capo dell'altro. Se carico il quadro avanti di adattare l'arco conduttore, quando poi lo adatto, e lo avvicino alla fiamma, scoppia la scintilla attraverso alla fiamma medesima; essa si agita, e il quadro si scarica.

461. Sicchè dalla forza di espandersi ad eguaglianza, che pare comune ed al fuoco, ed al vapore elettrico, e che apparentemente potrebbe somministrare alcuna ragione per dire, che i detti due fluidi abbiano un'istessa natura; sembra, che anzi si debba inferire, che sieno molto diversi; giacchè la diffusione ad eguaglianza, che serbano le parti del fuoco rispetto alle parti del fuoco, e le parti del vapore elettrico rispetto ad altre parti del vapore elettrico, non s'osserva tra le parti del fuoco, e le parti del vapore elettrico.

462. Che se alcuno mi dimandi, cosa dunque sia egli questo vapore; rispondo, che la perfetta cognizione dell'intima natura di lui, e della originale forza, con che e potentissimamente esso opera, e diversamente ne' diversi corpi dell'universo, ella è riserbata al suo Facitore, che unico, e solo ogni parte in tutto l'universo, e l'universo tutto in ogni parte intende, ed opera con infinita sapienza, e con incomprensibile provvidenza; che peraltro egli è un fluido in ogni terrestre corpo (45), e probabilmente ne' corpi tutti di tutto l'universo (*a*) ampissimamente diffuso in diversa misura, e quantità confacente alla diversa natura di ciascun corpo (cap. III. ec.); sicchè la quantità diffusa in ciascun corpo si equilibri colla quantità diffusa in ciascun altro. Che l'arte può torre quest' equilibrio togliendone una parte spettante ad un corpo, e accumulandola in un altro corpo (cap. I. ec.); e che allora si

(*a*) Di questo si potrà congetturare più ampiamente dal libro seguente.

ſi manifeſta l'elettrico vapore, I. ſcorrendo da' corpi circonvicini nel corpo mancante, e ſcorrendo dal corpo, che ne ſovrabbonda ne' corpi circonvicini (cap. I); II. ed avvicinando ſcambievolmente i corpi, che a cagione della ſuddetta alterazione dell'equilibrio ſieno divenuti inegualmente elettrici; ed avvicinandoli con forza proporzionale a queſta diſuguaglianza (cap. I, II ec.).

463. In ſomma quanto mi ſono io ſtudiato in queſto volume di ricercare, o accertare, o congetturare ſperimentando intorno al vapore elettrico, e di lealmente eſporre, ſecondo che ne ſono ſtato dall' eſperienza perſuaſo, o convinto; e quanto nel libro ſeguente mi riuſcirà di congetturare intorno alla natura di lui con la conſiderazione dell' elettriciſmo naturale, queſto, dico io, eſſere l'elettrico vapore; nè penſo per ora, che per dirne alcuna coſa ſia d' uopo dire, che egli è in tutto lo ſteſſo, che il fuoco comune.

464. Il ſapientiſſimo Fabbricatore dell' univerſo, che nulla fece diſutile, nulla ozioſo, nulla ſenza maraviglioſa ragione, che il tutto deſtina ed alla ſua gloria egualmente, e al noſtro bene, quanti, e quanto varj uſi, che e l'univerſo riguardaſſero, e il noſtro eſſere, dee egli avere diſegnati, ed eſeguiti comprendendo, e producendo queſta attiviſſima penetrantiſſima ſoſtanza, in ogni dove ampiſſimamente diffuſa? Appunto affine d'inveſtigare, e congetturare alcuno degli uſi medeſimi, paſſiamo a conſiderare nella natura ciò, a che ne ha fatto ſtrada l' arte.

IL FINE DEL LIBRO PRIMO.

465. ✠ Jeri addì quattro Febbraio ho ricevuto dal celebre Signor Abate Nollet un tometto di nove lettere, che ha egli ſtampato di freſco. Sei di queſte lettere ſono dirette dall'Autore al Signor Franklin, e le altre tre ad altri diſtinti perſonaggi. Tutte e nove hanno per mira la confutazione del Signor Franklin, e la conferma dell' ingegnoſo ſiſtema dell'Autore. Sono elleno fonda-

te

te su varie esperienze, che sono separatamente esposte alla fine del tometto.

466. D' una sola mi sovviene, che non è separatamente citata, e di cui solo l'Autore fa menzione nella lettera VI. al Signor Franklin pag. 149. Dice egli, che con una lente si può vedere il movimento progressivo della fiammella, che compare sulle punte presentate alla catena, e che io chiamo stelletta elettrica ec.; che esso è fuoco elettrico, che esce, non fuoco elettrico, che entra.

467. Io ho fatta quest' esperienza colle lenti, che fa il Signor Abate Nollet, potersi adoperare a tal uso senza disturbare il fenomeno. Nè m' è riuscito di discernere la direzione di esso fuoco, come lo chiama egli. L' hanno fatta altri d' ottima vista essi ancora, e sono del mio sentimento. ‡

468. Che la stelletta elettrica sia un vapore, che entra all'opposto del fiocco elettrico, mi pare, averlo dimostrato nel capo primo, e più diffusamente nel capo III. principalmente ne' paragrafi 193., e seguenti fino al paragrafo 235. In questi paragrafi ancora si possono vedere non solamente esperimenti equivalenti a quelli, che intorno alle punte arreca il suddetto Autore nel num. 29. pag. 258. sino alla fine del libro: ma inoltre se ne dà in quel luogo la spiegazione molto conforme alla teoría, che su questo punto io stabilisco (cap. III). #

469. Ma scorriamo da capo, e per ordine le suddette sperienze. Pag. 241. num. 1. la boccia di Leiden appesa alla catena pell' uncino tira i corpicciuoli, e dà scintille, senza che esteriormente tocchi altro, che aria. La stessa posata su un vetro dà scintille dall' uncino.

470. Cioè il vapore, che cola dentro pell'uncino, fa sforzo di caricare l'interiore, e di spogliare di vapore l'esteriore della boccia (113). Avvicinandosi un dito, o de' corpicciuoli può in essi scaricarsi l'esteriore, e corrispondentemente caricarsi l'interiore. Il vapore, che s' espande dall' esteriore darà scintille al dito, trarrà i corpicciuoli secondo la legge de' movimenti elettrici (63 ec.). ⊖

Il

[Handwritten marginal note:] ‡ ...t pour voir ce que j'annonce, ce n'est pas assez d'avoir la vue bonne, ny mesme l'avoir d'une loupe; il faut encore être sans prévention et ne pas prendre après une très petite pointe, ny l'examiner quand elle est présentée bien loin. quand on veut voir les choses de bonne foy, il faut les rendre autant visibles qu'elles peuvent être. # le lecteur éclairé et sans prévention ne sera guères satisfaits des endroits auxquels vous le renvoyez.

[Handwritten note:] ⊖ Cette explication est la doctrine toute pure de Franklin que j'ay combattue dans mes lettres, c'est aux arguments que j'ay employés qu'il faut répondre et non pas répliquer par ce qui est en question.

il vapore, che intanto ſi ſarà accumulato nell'interiore, potrà dare ſcintillette pell'uncino.

471. Si può queſta ſpiegazione provare con quanto s'è detto della boccia di Leiden nel capo IV.; e ſi può immediatamente confermare col ſeguente ſperimento. Scaldo una boccia, che non ha armatura al di fuora; ne ſcaldo la limatura di ferro, che adopero per armatura interiore. Mi reco la boccia ſulla palma della mano, e la carico pell'uncino alla catena; ed oſſervo; I. che da principio la boccia ſi carica, ſenza che mi ſenta alcuna puntura, od altro nella mano; II. poco dopo mi ſento pungere alcuni punti della mano, che non ſono in un perfetto contatto colle parti della boccia. III. Succeſſivamente comincio a ſentirmi pungere più fortemente le parti della mano, che hanno a lato il vetro nudo, e vedo ſtaccarſi ſcintille da diverſi luoghi del vetro, dirigerſi lungo alla ſuperficie di eſſo a' punti più vicini della mano. IV. Sollecito, e affretto queſte ſcintille ad uſcire avvicinando al vetro nudo le dita dell'altra mano. V. Ciò fatto ſcemano a poco a poco le ſcintille.

472. Onde ſi vede manifeſtamente; I. che l'eſteriore della boccia ſi ſpoglia del ſuo vapore, in quanto che può diffonderlo ne' corpi vicini elettrizzabili per comunicazione; II. e che quello, che ſi ſcaglia fuora della ſuperficie eſteriore, non è quello, che ſcorre pell'uncino nell'interiore. Imperocchè in tal caſo, potendo quello ſcorrere ſempre egualmente; potrebbe queſto ſempre eſcire in eguale quantità.

473. Nel num. 2., 3., e 4. pag. 242. fino alla 247. il Signor Abate Nollet riporta gli ſperimenti I. d'una boccia vota d'aria, in cui entra, e porta l'elettriciſmo una ſpranghetta di ferro. II. lo ſperimento d'una boccia unita con maſtice ad un recipiente voto d'aria; ſicchè la pancia reſta dentro il recipiente, e il collo aperto ne reſta fuori. Il riſultato di queſti ſperimenti non differiſce da quanto io ho ſperimentato, eſpoſto, e ſpiegato ne'numeri 113., e ſeguenti fino al 124.; nel num. 307.; e nel num. 345. fino al 349.

474. Nel num. 5. pag. 247. egli fa vedere come l' acqua travaſata da una boccia caricata in un'altra può render queſta atta a dare uno ſcuotimento ſenſibile.

475. Nella maniera, che io ho fatta l'eſperienza (303) travaſando l' acqua pel ſifone, non ho avuto ſcoſſa ſenſibile. Ora ho replicato lo ſperimento travaſando l'acqua immediatamente, e mi ſono accorto d' una minima commozione; credo poterla ſentire altra volta anche alquanto maggiore. Ma queſto non prova, che la forza di dare la ſcoſſa riſegga nell' acqua, nè prova, che non riſegga nel vetro armato; Imperciocchè, dopo che s' è votata la boccia, ella dà ancora la ſcoſſa aſſai forte (305); prova, che l' acqua elettrizzata può dare una piccola quantità del ſuo vapore all' interiore del vetro pella forza, che egli ha di diffonderſi ad eguaglianza (45), e ſcacciarne dall' eſteriore, che ſia in contatto d' un corpo ſtraniero, un' eguale quantità, e sì debolmente caricarla, e dare una debole ſcoſſa.

476. Nel num. 6. il Signor Abate Nollet con un colpo elettrico buca una carta applicata all' armatura eſteriore d' una boccia, ed afferma, che la cagione, la quale avea prodotti i buchi, aveva operato con direzione dalla boccia all'arco conduttore. Nel num. ſettimo afferma, che un cartone groſſo una linea bucato ſul quadro di Franklin ſi ſcorgeva bucato, e lacerato al di ſopra, e come brucciato di ſotto; di maniera che ſi vedeva evidentemente, che lo ſforzo del fuoco s' era diretto dal vetro all' arco conduttore. Nel numero 13. ſi replica queſta eſperienza, e ſi conferma lo ſteſſo. Nel decimo quarto ſi cava una ſcintilla attraverſo ad un cartone applicato alla catena, e ſi trova bucato con la direzione degli sfilacci dalla catena in fuora verſo l'ordigno, con che ſi cava la ſcintilla. Nel num. 15. ſi avverte, che in ſimili ſperimenti ſpeſſo i buchi moſtravano sfilacci egualmente diretti al di fuora dall' una, e dall' altra parte; ſicchè pareva, che lo ſforzo ſi foſſe fatto per i due verſi oppoſti. Nel 16. ſi dice, che queſto

avve-

avveniva ſul quadro di Franklin frapponendo tra il cartone, e il quadro un ſottil filo di ferro.

477. Io ho avvertita queſta medeſima coſa nel num. 443.; e molto più chiaramente ho fatto vedere nel numero 388., come una ſcintilla, che ſcoppia attraverſo all'acqua, opera in direzione oppoſta, e fa rotture ſimili ne' cannelli di vetro, che ſpezza, ed egualmente ne rigetta i pezzi in parti contrarie. Nè queſto mi pare, che accenni la direzione di due fluidi, che operino oppoſtamente; ma ſolo lo ſpandimento, che produce eguale per ogni verſo nel corpo attraverſato il vapore, che lo attraverſa. La ſcintilla elettrica non move con moto progreſſivo ſecondo la direzione ſua le parti del corpo, per cui paſſa: ma ſe trovi in eſſe reſiſtenza le move con moto di violentiſſimo eſpandimento; quindi ne ſegue, che la ſcintilla, la quale attraverſa un cartone, od altro, trova maſſima reſiſtenza nel mezzo di eſſo cartone ivi cagiona il maſſimo ſpandimento, ed egualmente ributta le parti laterali, come la ſcintilla (ſi veda il num. 388.), la quale ſcoppia tra due fili metallici di mezzo all'acqua, trova nel mezzo della laminetta d'acqua la maſſima reſiſtenza, ed egualmente rigetta le parti laterali del cannello ec. Nè penſo, che di queſta ſpiegazione ſi debba recare altra ragione, che i fenomeni medeſimi; e che la direzione del vapore ſia in tutto queſto libro aſſai ampiamente con altri principj provata, e confermata. ≠

478. Ripigliamo l'ordine de' numeri. Nel num. 8. alla catena attraverſata da una punta ſi carica la boccia ſufficientemente per farne ſentire la commozione.

479. Le punte diſperdono gran quantità di vapore: ma laſciano, che i corpi, a' quali ſi uniſcono, diano ſegni elettrici aſſai deboli (190, 191). Onde non è maraviglia, che una boccia ſi poſſa debolmente caricare da una catena attraverſata da un lungo ago aſſai acuto. #

480. Nel num. 9. il Signor Abate Nollet carica una boccia ſufficientemente per far ſentire una leggera commozione tenendola

+ Ne changeons pas de question je ne me suis servi de cette exp. pour prouver contre vous que le trait de feu Electrique qui fait le trou dans le carton ne dirige toujours pas de la chaine a la surface du verre qu'il a été épuisé, ce que par occasion que j'ay parlé des deux traits, s'il faut certainement cette derive pretention je suis prest a le faire mais c'est a la premiere d'abord que vous devez repondre.

≠ le bien en — Nous en tenant aux simples faits il paroit visiblement a qui le veut voir, que les trous dans les ... sont faits par une force dirigée du verre vers la chaine, et vous aurez tort de dire qu'il y ait dans votre livre aucun endroit qui prouve le contraire. ... mais c'est pas celuy de l'autheur. que je ...

dola su un vetro asciutto, e pulito; nel decimo la carica similmente tenendola su un desco di resina.

481. Su un vetro grosso due linee, pulito, riscaldato al fuoco a me talora l'esperienza non riesce. Per altro di questo si dirà alcun'altra cosa all'ultimo di questa giunta.

482. Nel num. 11. un pendolo isolato è tratto, indi rispinto dall'uncino, e tratto dall' esteriore della boccia posata su un vetro conforme al nostro num. (318).

483. Nel num. 12. lo stesso pendolo, dopo essere stato rispinto dallo stile, è ordinariamente anche rispinto dall' esteriore della boccia posata sulla mano d' un uomo.

484. Io sperimento, che per lo più il pendolo, dopo essere stato rispinto dallo stile è tratto dall'armatura esteriore; poi ne è rispinto; ma di alcune irregolarità, che accadono in simili vibrazioni, parlerò altrove.

485. Nel numero 17. si elettrizzano bocce chiuse ermeticamente, ed attorniate nel collo con latta di ferro, e si vede la materia elettrica scorrere in forma di getti di fuoco, e questi effetti durano finchè dura l' elettrizzamento, e si sente intorno al vetro il venticello elettrico, e se ne ha la scossa.

486. Si veda il nostro num. 345., e seguenti, ed il num. 307.

487. Nel num. 18. un uomo isolato s' elettrizza, ora toccando l' uncino, ora l' esteriore della boccia, e sempre attrae i corpicciuoli. Ma resta meno elettrizzato toccando l' esteriore della boccia, che toccando l' uncino.

488. Appunto secondo la teoría nostra del capo II. In quanto poi alla differenza, che s' elettrizza meno dalla boccia, che dall' uncino, si vedano i numeri nostri 425., 326.

489. Nel num. 19. si collocano su una lastra di vetro asciutta, e pulita due emisferi cavi di metallo; se ne elettrizza uno con porvi sopra la boccia di Leiden; e l' uno, e l' altro traggono a se quasi sempre egualmente un pezzetto di foglia d' oro penzolone da un filo di seta. Ma s'osserva, che l'emisfero, che si preten-

de-

deva d' aver elettrizzato, non l'era, che pochiſſimo.

490. Queſto ſcarſo elettrizzamento dell'emisfero potea dipendere dalla dimenſione del medeſimo, e anche dalla ſottigliezza del vetro, in cui s'è potuto diffondere il vapore della boccia elettrizzandolo; ſi veda il noſtro numero 264, ed il numero 327. I movimenti a me ſuccedono nella ſeguente maniera. Una foglia d'oro di freſco elettrizzata s'accoſta con più forza ad un corpo metallico iſolato come ſopra, ed elettrizzato dall' armatura eſteriore d' una boccia, che ad un altro corpo metallico iſolato ſimilmente, ma non elettrizzato dalla boccia. Queſta foglia ſoſpeſa di mezzo a detti corpi metallici iſolati nella ſuddetta maniera, prima ſi vibra al corpo elettrizzato dalla boccia, poi và al corpo non elettrizzato. Il che concorda a maraviglia colla teoría noſtra de' movimenti elettrici (cap. II.); e de' vetri (cap. IV.)

491. Nel num. 21. un uomo iſolato regge in mano il fondo d' una boccia, e accoſtando un dito al globo ſtroppicciato, ſcorrono getti continui di fuoco elettrico, come (giuſta ciò, che ſi dice ivi) avviene a quelli, che non ſono elettrizzati. ⊖

⊖ Mon No. 21 est rendu tres infidelement.

492. Mi ſuccede lo ſteſſo, anzi qualche coſa di più; che un uomo iſolato, con in mano una boccia riceve più di fuoco, o di vapore, che un' uomo non iſolato, e non elettrizzato. Il che è molto conforme alla teoría noſtra; imperciocchè chi tiene in mano una boccia, cui altri cavino ſcintille dall' uncino, dà all' eſteriore della boccia, quanto altri ne cavano dall' interiore; (315) onde, ſe è iſolato, reſta elettrizzato per difetto; conſeguentemente dee riceverne più, che uno, il quale ſtiaſi ſul ſuolo, e non ſia elettrizzato (61. ec.)

493. Nel num. 22. la ſteſſa perſona ſimilmente iſolata con in mano la boccia ec+ preſenta un dito alla mano d' una perſona iſolata, ed elettrizzata dal globo, è ſi dice, che le dà un faſcetto di luce, la quale in maggior vicinanza ſi cambia in ſcintilla.

+ ce n'est point cela, il est dit que cette personne avait tenue la bouteille de leyde dans sa main et qu'on avait tiré les etincelles ~~de cette bouteille~~ affin que selon vous cette personne fust electrisée en moins.

494. Io dico, che queſta perſona non dà; ma riceve. Che l' altra perſona, che è iſolata, e tocca il globo preſenti un dito

alla

alla mano di questa, darà a questa un vero fiocco elettrico; (34) e questa nello sperimento, di che si tratta, riceve da quella la stelletta elettrica. (35) Si vedano i num. 194., e seguenti di questo nostro libro. ✗

495. Ne' num. 23., 24., 25., 26. si elettrizzano spranghe di ferro isolate; che attraversano alcuni tubi di vetro. I. Questi tubi si caricano; danno la scossa; uno si spezza, e posato su una tavola seguita a sbriciolarsi.

496. Nel paragrafo 308. abbiamo veduto, come s'elettrizzino i vetri d'ogni figure. Nel paragrafo 358. ec. abbiamo osservato potersi elettrizzare i vetri di qualunque figura. Nel paragrafo 332. abbiamo provato, che per elettrizzare per eccesso una parte d'un vetro vuolsi essa mettere in contatto, o in vicinanza d'un corpo elettrizzabile per eccesso, per cui nel vetro si diffonda il vapore. Dunque, poichè le parti della superficie interiore de' tubi erano in contatto o vicine alla catena, si dovevano elettrizzare per eccesso; e la parte dell' esteriore superficie, che si stringeva colla mano si doveva elettrizzare per difetto (313); conseguentemente si doveva avere la scossa. ^

497. L'elettricismo della spranga attorniata dal tubo sarebb' egli comparso più vigoroso, perchè esso tubo avesse ritenuto più unito intorno alla spranga l'elettrico vapore? Il pensiero è molto conforme alla natura del vetro, che più che l'aria, resiste a ricevere in se il vapore elettrico (270, 94). Ciò dee avvenire mentre non si carica il tubo, cioè mentre esteriormente non si tocca. Per altro, mentre io elettrizzo, e tocco un tubo simile, che è esteriormente indorato, eccetto nelle estremità l'elettricismo della spranga mi compare minore. Θ

498. Nel num. 27. un uomo carica alla medesima catena pegli uncini due bocce, e, avvicinandone gli uncini, ne ha la scossa. Nel num. 28. si caricano due bocce alla catena una per di dentro, l'altra per di fuora; chi le tiene in mano, una pell'uncino con una mano, l'altra coll'altra mano pell'armatura esteriore,

ed

✗ e io dico che et pour ce que vous le dites, vous croyez que je suis obligé de vous en croire? et quand je tirerai votre N° 194 et seq. me feront ils voir que le fait que je vous cite est faux?

^ les exp. rapportées N° 23. 24, 25 et 26, ne ressemblent point, comme vous voulez l'insinuer, à celles que vous avez repetées d'après Jallabert, Franklin &c dans vos parag. cités. elles apprennent ce que celles cy n'apprennent point, et ne peuvent s'expliquer par vos principes, puisque les enveloppes de verre tenues à pleines mains par un homme non isolé, n'empêchent pas que le conducteur n'en devienne plus électrique.

Θ Et a moy elle me paroit plus Electrique partout ou elle est revêtue.

ed avvicina l'uncino di queſta all'armatura di quella, ne ha la ſcoſſa.

499. Se le bocce comunque caricate ſieno caricate inegualmente ſi dee avere la ſcoſſa proporzionale a mezza la differenza della carica. Imperciocchè, avvicinandoſi per eſempio gli uncini delle due bocce A, e B caricate per di dentro, il di più dell'eccesſo, che ſi trova nell'interiore di A, per eſempio pegli uncini ſi diſtribuirà ad eguaglianza in B (61 ec.); ma poichè i difetti nell'eſteriore ſono eguali agli eccesſi nell'interiore (321); un eguale parte di vapore, che coſtituiſce la ſemidifferenza del difetto dall'eſteriore della boccia B, attraverſo al corpo di chi la regge, paſſerà nella boccia, che ha dato parte del ſuo eccesſo, e che dee ricevere parte del difetto della compagna, per ottenere un difetto eguale all'eccesſo (321); e queſto vapore eguale alla ſemidifferenza ſuddetta, in attraverſando pel corpo dell'uomo, vi produrrà una ſcoſſa proporzionale a ſe medeſima (432).

500. In fatti, dopo ricevuta queſta ſcoſſa, le bocce ſeguiteranno ad eſſere egualmente caricate, e daranno ſcoſſe eguali. Io per caricarle egualmente le ſcielgo eguali, piucchè poſſo, e ſimili, e ſimilmente, ed egualmente armate, e le tengo vicine pell'iſteſſo tempo alla catena cogli uncini, che ſi tocchino; e allora, ſeparatele, poi avvicinatele, non ne ho ſcoſſa; ma provandole ſeparatamente ne ho ſcoſſa, il che è ſufficientisſimo pella verità della teoría.

501. Delle ſperienze del Signor Abate Nollet ne' numeri ſeguenti s'è detto abbaſtanza di ſopra (468). Una ſola coſa avvertirò; cioè che, ſecondo la teoria della forza, che hanno le punte di attirare il vapore, da me ſtabilita, in una punta ſi deve dirigere tanto minore quantità di vapore elettrico, quanto più parti di eſſo vapore, laterali all'aſſe della punta ſono impedite da unirſi in eſſa, il che baſta per iſpiegare il num. 29. E, ſe nel num. 30. ſi avverta, che i vetri di raro ſono sì eſattamente, ed egualmente elettrici per origine in ogni loro parte, che niuna parte di vapore in eſſi ſi diſperda; anzi, ſe ſi badi, che l'aria riceve ſem-

[Handwritten marginal note, right:] en soutenant que vos bouteilles ne sont pas chargées egallement dans les cas, ou elles furent ce que vous dites, quelles ne doivent pas faire vous avez deffendre cela, mais qui nous jugera l'Egalité, ou l'inegalité de ce charges; & voila principe dans des disputes de cette Nature il ne faut pas en venir a de telles Exp. tandis qu'il y a mille autres qui peuvent [illegible]

[Handwritten note, bottom:] vous avois point cela, car le bout de la pointe [illegible] tant pour un trou au milieu du courant devoit [illegible] courant ne devoit faire aucun obstacle a la matiere Elect. qui venoit a elle, si elle y venoit [illegible] la forme d'une pyramide pointue.

sempre alcuna o maggior, o minor porzione di vapore, ed in certa maniera serve d' armatura ad essi, che possano essere, almeno leggerissimamente, elettrizzate; s' intenderà, come la punta, che attraversa normalmente una lastra di vetro, compaia meno lucida, e non compaia egualmente lucida, che un' altra punta, se non se in distanza minore. E per questa medesima ragione avviene, che una boccia, benchè isolata, massime in certe giornate, possa leggermente caricarsi, come accade al Signor Abate Nollet nel num. 9.

502. Finirò dunque questa giunta con dire alcuna cosa degli accostamenti, e discostamenti de' corpicciuoli rispetto all' uncino, e armatura esteriore della boccia, nella qual cosa pare, che il Signor Abate Nollet trovi alcuna irregolarità nel num. 12., e 20. delle sue sperienze. Ecco il risultato di molte prove, che ho fatto in tal materia. ʌ

503. Primieramente ho esaminato le vibrazioni tra due bocce, e me ne risultano le seguenti costantissime leggi in tutto conformi alla teoría de' miei capi II, e IV. Cioè se due bocce eguali, egualmente armate di dentro, e di fuora, ed egualmente caricate (*a*) si presentino ad un pendolo l'una da una parte, l'altra dall'altra, con questa condizione, che si sostengano pell' uncino, se si presenta l' armatura esteriore, e si sostengano pell'armatura esteriore, se si presenta l' uncino; I. il pendolo non si vibra nè tra gli uncini, nè tralle armature esteriori di esse due bocce, se sono o tutte due caricate per di dentro, o tutte due caricate per di fuora. II. Il pendolo non si vibra trall' uncino di una, e l'armatura dell' altra, se una è caricata per di dentro, e l' altra è caricata per di fuora. III. Il pendolo si vibra tra gli uncini, e tralle

(*a*) Vuolsi badare a questa condizione, la quale se manchi succederanno vibrazioni irregolari. Quindi per essere sicuri del fatto anzi di mettere in opera dette bocce, sarà d'uopo, sostenendole in mano pelle due parti caricate similmente, avvicinarne le altre due, acciocchè se v' ha qualche differenza si distribuisca, e svanisca; secondochè abbiamo detto nel numero 499.

Je laisse a penser au lecteur, qui verra mes lettres, si les suppositions qu'on fait ici sont aussi naturelles que les explic. que j'ay données de ces faits.

ʌ les exp. des no. 12 et 20, ne sont pas des faits accidentels et comme passagers, ce sont les resultats constants de cent épreuves, et qui prouvent malgré tout ce que vous avez pu voir dans les autres que la bouteille électrisée par dedans a une atmosphere repulsive comme tous les corps électrisés.

tralle armature esteriori, se una è caricata per di dentro, e l'altra è caricata per di fuora. IV. Il pendolo si vibra trall'uncino di una, e l'armatura dell'altra, se sono o tutte due caricate per di dentro, o tutte due caricate per di fuora. E per comprendere tutte in una queste diversissime leggi; Il pendolo si vibra tralle parti caricate oppostamente di due bocce sostenute per le altre parti, che non si presentano al pendolo; non si vibra tralle parti caricate nell'istesso modo.

504. Cioè si vibra tralle parti, da una delle quali può trasportare del vapore all'altra giusta la teoría del nostro capo II.

505. In secondo luogo ho esaminato le vibrazioni tra una boccia, ed un corpo straniero; e vedo, che il pendolo si vibra tra l'uncino, e il corpo straniero, e tra l'armatura esteriore, e il corpo straniero: e le vibrazioni continuano, finchè la boccia sia scaricata, seppure presentando al pendolo l'uncino si tocchi l'armatura esteriore, e viceversa si tocchi l'uncino, se si presenti l'armatura; se mancherà questa condizione, il pendolo fa alcune languide vibrazioni, poi le ritarda sempre più. Ma, anche quando si verifica la suddetta condizione, le vibrazioni tralla boccia, ed il corpo straniero sono più languide, che tra due bocce.

506. Che negli sperimenti del num. 506., e del num. 505. si debba toccare l'uncino, se si presenta l'armatura ec., per avere le vibrazioni continuate, ciò indica, che una parte della boccia, per esempio l'armatura esteriore, non può dare al pendolo, o ricevere da esso del vapore, se non in quanto l'interiore armatura ne può ricevere eguale quantità da un altro corpo, o dargliene rispettivamente, giusta il nostro paragrafo 313 ec.; nel qual caso è d'uopo, che cessino le vibrazioni, le quali non avvengono, se non in quanto un corpo può dare all'altro, ovvero può da esso ricevere certa quantità di vapore (63 ec.)

507. Che le vibrazioni tra due bocce sieno più vive, che tra una boccia, e un corpo straniero, è cosa assai conforme alla medesima teoría nostra, secondo cui i movimenti elettrici sono pro-

porzionali alle differenze del vapore elettrico (63 ec.); onde debbono essere più vivi tralle parti di due bocce, una delle quali è elettrica per eccesso, e l'altra è elettrica per difetto, che tralla parte d' una boccia, che sia o per eccesso, o per difetto elettrica, ed un corpo straniero, che abbia la giusta quantità del vapor naturale.

508. In terzo luogo ho esaminato le vibrazioni tralle due parti della medesima boccia oppostamente caricate, prima isolando la boccia; poi tenendone tralle dita l' uncino; finalmente toccandone l' armatura esteriore. Nel primo caso il pendolo presentato all' uncino ne è tratto, indi rispinto; e abbassato in questo mentre all'armatura, ne è tratto, giusta il num. 11. del Signor Abate Nollet. Nel secondo caso presentato all' armatura esteriore ne è tratto con forza, indi rispinto, ed alzato verso l' uncino, appena ne è tratto. Nel terzo caso presentato all' uncino ne è tratto con forza, indi rispinto, poi presentato all' armatura esteriore ne è tratto assai debolmente.

509. Che il pendolo nel secondo, e terzo caso sia tratto assa debolmente dalle parti, che si toccano, la ragione è manifesta dal nostro paragrafo 506; imperciocchè, se per esempio tengo la boccia pell'uncino il pendolo velocemente si vibra verso l'armatura esteriore, che può ricevere del vapore dal pendolo, poichè essa può darne alla mano eguale quantità; ma poi, se avvicino il pendolo all' uncino, ad esso appena s' accosta, perchè appena può ricevere da esso del vapore; perchè non v' ha corpo, che ne somministri eguale quantità all' armatura, che per ipotesi è isolata.

510. E, che questa sia la ragione della differenza di queste vibrazioni non l' ineguale elettricismo delle due superficie del vetro, eccone in prova l' esperienza. Appicco un pendolo in aria libera. Reggo pel collo colla destra una boccia, sicchè ne restino isolati l' uncino, e l' armatura esteriore: tocco colla sinistra alternativamente l' uncino, e l' armatura esteriore, presentando alternativamente l' armatura esteriore, e l' uncino al suddetto pendolo;

ed

ed allora il pendolo con forza eguale alternativamente si vibra all' armatura, ed all' uncino; che allora, mentre il pendolo dà del vapore all' armatura, l' uncino può riceverne dalla mano; e l' armatura può darne alla mano, mentre l' uncino ne somministra all' armatura.

511. Ma finora abbiamo parlato di bocce armate esteriormente; ed il Signor Abate Nollet pare, che abbia fatto l' esperienze del num. 12., e 20. con boccia nuda; e veramente in questo caso l' esperienze mi riescono tali, quali sono riuscite a lui, che il pendolo tratto, poi rispinto dall' uncino, è anche rispinto dal nudo vetro, o che la boccia si regga pell' uncino, o che se ne sostenga il fondo sulla palma della mano. Dico dal vetro nudo; Imperciocchè, se si presenterà al pendolo un dito contiguo al vetro, il pendolo ne sarà tratto, come dall' armatura (510). Da questo caso inferisce lo stesso Signor Abate, che dunque siavi intorno al vetro una vera positiva elettrica atmosfera. Io nol nego. Ma dunque è falso, che al di fuori questo vetro sia elettrizzato per difetto. Nel senso di Franklin, e mio neppur questo è falso. Richiamiamo alla memoria alcuni de' nostri paragrafi precedenti; e vedremo potersi conciliare ciò, che pare contraddittorio. Il vapore, che cola nell' interiore superficie del vetro, fa sforzo di accumularsi, e di scacciarne dall' esteriore un' eguale quantità (313). Ma nell' interiore non se ne accumula se non quanto ne esce dall' esteriore (325). Affinchè ne esca dall' esteriore, dee esserle in contatto, o vicino un corpo, o spazio, che ne possa ricevere (225 ec.); dunque, se la boccia sia immersa nell' aria, l' esteriore superficie di essa tanto ne potrà disperdere, quanto l' aria ne può ricevere. L' aria ne può ricevere, quanto basta per formare un atmosfera (cap. III.); conseguentemente nell' aria, che attornia la boccia, si potrà formare una vera, elettrica, eccessiva atmosfera: Ma intanto nella sostanza esteriore del vetro vi sarà una mancanza di vapore eguale al vapore, che o siasi in altri corpi disperduto, i quali l' abbiano toccata, ovvero siasi impiegata in formar-

ne

ne l' atmosfera, di che poc' anzi abbiam parlato. Quest'atmosfera si conserverà ne' luoghi nudi del vetro, finchè o non si tocchi in essi, o non si scarichi la boccia; che il vapore non potrà altrimenti nè retrocedere nel vetro, nè iscorrere lateralmente o per esso, o pell' aria (*a*) nella mano; conseguentemente questa eccessiva atmosfera sarà essa, che rispingerà da luoghi nudi del vetro il pendolo (93). Dove il vetro sarà armato, il vapore, anzichè arrestarsi in atmosfera, si disperderà pella mano, che sostiene la boccia, mentre per di dentro si elettrizza (332).

512. Ed ecco, che questa irregolarità di vibrazioni per rispetto al vetro nudo, che potea a prima vista sembrare contraria alla teoría della boccia di Franklin, ne è anzi una necessaria conseguenza; sicchè essa ancora con tutte le vibrazioni, le quali si possono avere combinando le diverse parti esteriori, od interiori di una, o più boccie o similmente caricate, o a rovescio (503 ec.) cospirano maravigliosamente a confermarla. Io nel capo IV. di questo libro, in cui tratto de' vetri, ho dimostrata la teoría medesima independentemente dalle vibrazioni, adoperando a tal fine i sicurissimi dimostratori della direzione del vapor elettrico, voglio dire il fiocco, e la stelletta elettrica, come principio da me primieramente avvertito, e fissato. Chi vorrà considerare il consentimento di quella prova colla prova delle vibrazioni, ed il consentimento della teoría dell' elettricismo de' vetri colla teoría tutta principalmente de' tre primi capi del mio primo libro, spero non potrà a meno di non sentirsi convinto di quanto ho qui dovuto confermare.

513.

(*a*) Abbiamo detto di sopra (471), che pell' aria ne scorre nella mano: ma s' osservi, che non ne scorre, se non da certe distanze, e non ne scorre, se non se una certa quantità assai violentata dal vapore, che s' accumula per di dentro; onde nelle parti nude del vetro sempre ne resta certa quantità sufficiente per formare la suddetta atmosfera. Tutto questo si può provare collo stesso sperimento, che si propone in quel num.

513. Questa piccola improvisa (a) giunta m'è paruto dover fare in quest' occasione delle lettere del chiarissimo Signor Abate Nollet, a questo mio primo libro, e sì confermarne la parte combattuta colla intera combinazione di quegli sperimenti, alcuno de' quali avrebbe potuto sembrare ad essa contrario. E di questo non meno che il pubblico, spero me ne saprà grado il celebre Fisico, il quale sono sicuro, che come io, altro non cerca, se non se la verità; siccome io mi dichiaro a lui singolarmente tenuto, che abbia prevenuto il pubblico in favore della divisione de' miei trattati in due libri uno dell' elettricismo artificiale, l' altro dell' elettricismo naturale; dicendo nella lettera VII., che è la sesta a M. Franklin, pag. 159. „ che sarà dunque necessario distinguere pell' „ avvenire due sorti di elettricità. . . Si chiamerà elettricità artifi- „ ciale quella, che noi abbiamo conosciuta finora, e che noi ecci- „ tiamo collo stropicciamento; si chiamerà naturale quella, che „ di fresco s'è scoperta, che nasce senza alcuno sforzo dell' uomo, „ e che regna in certi tempi nell' aria. Della qual divisione, han- „ no già mesi, che con varie persone ho fatto parola.

IL FINE DELLA GIUNTA.

(a) Il giorno quattro Febbraio, in cui ho ricevuto il libro dal Signor Abate Nollet, correggeva le stampe dell' ultimo foglio del primo libro, e per non interrompere la stampa, ho dovuto dare allo Stampatore la copia di questa giunta il dì sette del suddetto.

LIBRO SECONDO

Dell' Elettriciſmo Naturale.

CAPO I.

In cui s'eſpongono le oſſervazioni fatte in Torino colla ſpranga di Franklin intorno all'elettriciſmo delle nuvole, e dell' atmosfera.

514. AVuta notizia ſulla fine di Giugno della ormai notiſſima eſperienza inventata dal valoroſo Ingleſe Beniamino Franklin abitante in Filadelfia Città della Penſilvania in America, ed avverata in Parigi da' Signori De Lor, e Dalibard, m' applicai immantinente ad effettuarla anch' io quì in Torino. I. Feci empire di maſtice all' altezza di ſei pollici una caſſa triangolare, e la feci ſoſpendere ſotto il tetto in contatto delle tegole. II. Tolte alcune tegole, feci collocare ſul maſtice della caſſa un trepiede, che regeva una ſpranga di ferro, la quale s' alzava da dodici pie-

di ſopra del tetto. III. Al baſſo della ſpranga avea fatto conficcare una ſpranghetta, che orizzontalmente ſporgeva ſuora della caſſa tra eſſa, ed il tetto. IV. All'eſtremità di queſta ſpranghetta appiccai una catena, che per un buco fatto nel ſolaio calava in una larga ſtanza, e reggeva una palla di metallo di due pollici di diametro in diſtanza di un piede da un tavolato. V. Conficcai in queſto tavolato due ſtili, uno con all'eſtremità un campanello diſtante tre pollici dalla palla, un altro più alto con all'eſtremità un filo di ſeta, che reggeva una palletta di metallo tralla ſuddetta palla, ed il campanello; VI. E finalmente adattai in giro della ſpranga, un po ſopra del tetto, una ſpecie d'ombrello, che riparaſſe il maſtice dalla pioggia.

515. Diſpoſte così le coſe addì 2. Luglio alle due ore, e mezzo dopo mezzo giorno, nello ſpanderſi verticalmente ſulla ſpranga una nuvola aſſai baſſa, ſpinta da libeccio verſo greco, la palla di metallo cominciò a dare ſcintille aſſai vive alla diſtanza di dieci linee in circa, e ſeguitò a ſcintillare per 25. minuti, cioè finchè paſsò la nuvola. In tempo di queſto elettrizzamento non vi furono nè lampi, nè tuoni. Poco prima che eſſo cominciaſſe un altra nuvola avea dato un poco di pioggia, e s'era viſto a libeccio alcun lampo accompagnato da tuono aſſai leggero.

516. Addì 8. Luglio alle ore 3., e 3. quarti, nell'avvicinarſi una nuvola tempeſtoſa, cominciarono a cavarſi ſcintille deboli, ma che toſto divennero aſſai vive; e dopo pochi minuti venne un roveſcio, che, non oſtanti le precauzioni preſe, bagnò il maſtice, che iſolava la ſpranga; nulladimeno non ſi ſpenſero affatto i ſegni elettrici, che talora appena ſenſibili, talora alquanto più vivi durarono per più d'un' ora; e ne parve di oſſervare, che l' elettriciſmo ſi ravvivaſſe di più in que' punti di tempo, che lampeggiava. Si fecero in queſt' oſſervazione moltiſſime prove, che ſi ſogliono fare coll'elettriciſmo ordinario.

517. Perſuaſo della medeſimezza dell'elettriciſmo delle nuvole coll'eletriſciſmo artificiale mi venne in penſiero di ſperimentare ſe la piog-

pioggia, in cui quelle si sciolgono, sia elettrica. A tal fine apparecchiai la seguente macchinetta. I. Con mastice unj pel fondo al di fuora due assai capaci bicchieri di vetro. II. Nel fondo a uno, al di dentro attaccai un cilindretto di mastice, e questo inserj in una canna di vetro alta un piede, e mezzo. III. Finalmente conficai nell' estremità di una tavola l'estremità della suddetta canna.

518. Addì 10. Luglio verso le quattr'ore dopo mezzodì comparve una nuvola verso scilocco, che di lungi dava lampi, e tuoni; e la parte più vicina di lei, per quanto si poteva giudicare ad occhio, distava almeno 30. gradi dal vertice della spranga; nulla di meno ne' punti di tempo massimamente, che quella lampeggiava, il pendolo faceva alcune deboli vibrazioni, e la palla di piombo traeva i corpicciuoli.

519. Addì 13. Luglio alle 3. ore, e 40. min. dopo mezzo giorno, oscuratosi il cielo, al primo scoppio di tuono, che fu assai lontano, la catena diede scintille, e il pendolo si vibrò. Durò questo elettricismo per mezz'ora in circa; che destatosi un forte vento di Maestrale, rasserenò il cielo, e rese il tempo molto secco, e propio pell'esperienze dell' elettricismo artificiale. In questo giorno ricevetti per tre volte della pioggia nel bicchiere a ciò apparecchiato (517). Presentai alle gocciole d'essa, che pendevano da lati del bicchiere, fili sottilissimi, minuzzoli di foglie metalliche: ma non ne riconobbi mai alcun movimento sensibile, cui potessi attribuire all' elettricismo (517).

520. Addì 25. Luglio tralle 2., e 3. ore dopo mezzodì comparve da libeccio una nuvola tempestosa, e tosto, in avvicinarsi la medesima, s'ebbero scintille, che durarono assai vive per mezz'ora. In questo tempo piobbe a furia. Dissipata questa nuvola, tacque l'elettricismo. Ritornata un' altra nuvola, quello si ravvivò per un altra mezz'ora in circa. Feci per quattro volte il solito saggio della pioggia nel bicchiere (517); nè mi parve elettrica.

Addì 28. Luglio, unitesi molte nuvole da diverse parti con

lampi, e tuoni, circa le ore 4. dopo mezzodì, ad un tratto senza pioggia si ebbero scintille alla distanza almeno d'un pollice. Da una punta, che pendeva dalla catena, esciva un fiocco lungo ben quattro pollici diretto verso il suolo, da cui distava due piedi. Se s'avvicinava un dito a questo fiocco, egli si cambiava in molte assai minute, e pungenti scintillette. Si presentò sotto questo fiocco un bicchiere pien d'acqua, e l'acqua si sollevò in una specie di monticello alto almeno una linea verso detto fiocco. E in tutto il bicchiere ondeggiava, sicchè rappresentava in piccolo un mar tempestoso. Si fecero molt' altri sperimenti, i quali, siccome riescono egualmente coll' elettricismo artificiale, ad altro non servono, che a provare la medesimezza del naturale con quello.

521. Un' ora dopo la mezza notte dello stesso giorno si destò una furiosa tempesta di venti, lampi, e tuoni, che talora mi si abbagliava fortemente la vista per la furia de' baleni. Quando questi cessavano per alcun momento, osservava, che la punta appesa alla catena dava un fiocco vivissimo di più pollici di lunghezza; e che questo talora tutto ad un tratto spariva; sebbene intanto tralla catena, ed il dito, che le avvicinava, scoppiassero scintille assai penetranti, che mi scuotevano infino al gomito. Questo temporale durò per due ore intere; e l'elettricismo della catena durò sempre assai vivo, eccetto pochi momenti, che interrottamente s'indeboliva alcun poco.

522. Il giorno seguente, meditando su ciò, che aveva osservato la notte, mi fissai particolarmente a considerare, come il fiocco talora all'improviso spariva, eppure continuavano vivissime le scintille tra il dito, e la catena. E, combinando questo fenomeno colla teoría dell' elettricismo artificiale, mi venne forte sospetto; che la spranga non fosse talora per eccesso, talora per difetto elettrizzata. Imperciocchè una punta, diceva io, meco stesso, appesa alla catena, finchè la catena dà scintille assai vive, dà il fiocco assai visibile; la punta appesa alla macchina è dessa, su cui, in vece del

fioc-

fiocco, compare la ſtelletta elettrica. Dunque la ſpranga elettrizzata dalle nuvole ſarebbe mai eſſa ora per eccesſo, come la catena, elettrizzata (48), ora per difetto come la macchina (49)? Affine di accertarmi di queſta coſa determinai di laſciare appeſa, come per l'avanti, la ſolita punta alla catena pendente dalla ſpranga; e di preſentarle la palma della mano: ma di tenere nell' altra mano un'altra punta, e queſta preſentare alla palla della catena medeſima (200. ec.).

523. Dunque addì 31. Luglio, eſſendo comparſe alcune nuvole, ma ſenza lampi, e tuoni, non pertanto m'alleſtj a fare la ſuddetta oſſervazione; e, ſebbene l'elettriciſmo foſſe aſſai debole, e non duraſſe che 5. minuti, nulla di meno vidi, che da principio la punta anneſſa alla catena dava il fiocco. Ceſsò poi queſto, e ſi cambiò in piccola ſtelletta elettrica, e nello ſteſſo tempo la punta, che io preſentava coll'altra mano alla palla della catena, dette eſſa il fiocco: Nulla di meno per allora io nulla conchiuſi; che l'oſſervazione fu d'un elettriciſmo debole, ed aſſai breve.

524. Addì 16. Agoſto ſul tramontar del Sole s'alzò da ponente un temporale furioſiſſimo, cui precorſe un vento freſco. Le nuvole non erano ancora verticali alla ſpranga, che già ſuonava aſſai forte il campanello, e ſi avevano ſcintille aſſai vive. Da principio la punta anneſſa alla catena diede un fiocco aſſai eſteſo; poco dopo queſto ceſsò, e cambioſſi in ſtelletta; e quaſi in iſtante ſpicciò il fiocco dalla punta preſentata alla catena, che fin allora non avea moſtrata, che la ſtelletta. Replicarono poi tante volte, e tanto frequentemente queſte vicende del fiocco, e della ſtelletta; che ne fu impoſſibile il numerarle. Per altro le ſuddette vicende oſſervarono coſtantemente queſta legge; che, comparendo il fiocco ſulla punta anneſſa alla catena, compariva la ſtelletta ſulla punta, che ſe le preſentava, e viceverſa; appena queſta ſi cambiava in fiocco, quello diventava ſtelletta, e in tanto ſempre tralla ſpranga, e i corpi ſtranieri ſcoppiavano viviſſime ſcintille, ovunque o il fiocco, o la ſtelletta ne compariſſero; che la tem-

peſta

pesta era oltre modo spaventosa pella furia de' lampi, tuoni, e venti, a tal segno che dopo un mezzo quarto d'ora la spranga, benchè fortemente appoggiata sull' ampia base della cassa, ne fu rovesciata: ma questo poco ne accorciò l' osservazione; che poco dopo, quasi che le nuvole le une le altre si rispingessero, slontanaronsi verso diverse opposte spiaggie, e si dissiparono.

526. Le vicende del fiocco, e stelletta elettrica mi sono parute degnissime di tutta la riflessione; e insieme mi hanno indotto a pensare, che una simile vicenda debba comparire sull' estremità più alta della spranga; cioè, che quando la punta annessa alla catena pendente dalla spranga dà il fiocco sul capo più alto della spranga, che guarda le nuvole, debba comparire la stelletta; e per l'opposto, quando in quella si vede la stelletta, debba osservarsi su questa il fiocco, giusta la universale teoría delle punte, che la stelletta compete a quelle, che ricevono, ed il fiocco a quelle, che danno (cap. I. lib. I.) Per osservar questo aspettava, che mi si offerisse un temporale di notte; ed avea assegnato al Signor D. Buttis spiegatore di Fisica nel Real Collegio delle Provincie, che in tutte queste osservazioni m' è stato costante, e diligentissimo compagno, un luogo, da cui potesse egli comodamente osservare la spranga; e ne eravamo dati i segni per intenderci de' momenti, in cui, o vedesse egli alcun cambiamento della fiammella, che dee comparire sulla cima della spranga, od a me succedessero cambiamenti di fiocco, o stelletta nelle altre due punte; ma per ora non s'è presentata occasione a questo assai opportuna; che due altre volte solo, e di giorno m' è finora riuscito d' estrarre scintille dalla spranga.

526. Una volta sul fine d'Agosto (di quest' osservazione ho trascurato di segnare il giorno, e l' ora); e l' elettricismo durò per pochi minuti, e la punta appesa alla catena della spranga da principio ricevette, poi dette il pennachio.

527. Un' altra volta li 6. di Settembre alli $\frac{1}{4}$ dopo mezzo giorno; che in annuvolarsi il Cielo senza tuoni, o lampi s'eccitò

tò per due, o tre minuti un debolissimo elettricismo, il quale appena fece dare alcuni tocchi al campanello. Ma circa le tre ore unitesi di bel nuovo alcune nuvole, e queste assai alte per quanto si potea giudicare a occhio, sebbene non vi fosse menoma apparenza di temporale, nè si vedessero lampi, nè si sentissero tuoni, pure si destò nella spranga l'elettricismo da principio assai debile, poi più forte; e la punta annessa alla catena diede costantemente la stelletta, e la punta presentata alla catena medesima mostrò sempre il fiocco elettrico.

CAPO II.

Della medesimezza de' segni elettrici nell' elettricismo delle nuvole con i segni elettrici nell' elettricismo artificiale.

528. NElla spranga per l'elettricismo naturale dell'atmosfera accadono i medesimi segni, che ne'corpi artificialmente elettrizzati, come dimostrano le osservazioni del capo precedente. E questo ne fa vedere, che molti fenomeni dell' atmosfera, quelli principalmente delle nuvole tempestose, si debbono ridurre a' fenomeni dell' elettricismo artificiale, e che per le leggi di questo si vogliono spiegare. Dunque, affine di procedere ordinatamente, ripiglieremo in questo secondo libro intorno all' elettricismo naturale, massimamente dell' atmosfera la medesima serie di considerazioni, che abbiamo fatte nel libro precedente intorno all' elettricismo artificiale. E, secondo che in detta serie ci si offrirà occasione opportuna, anderemo accennando alcuna cosa intorno all' elettricismo naturale d' altre parti dell' universo.

529. Cominciamo dalle diverse specie d'elettricismo, che regna nell'atmosfera. La spranga talora è elettrizzata per eccesso, talora compare elettrizzata per difetto (522, 523 ec.). Dunque la spranga talora riceve dall'atmosfera un vapor eccessivo, talora a lei comparte del suo; conseguentemente, se si badi alla legge di equilibrio,

che

che osserva il vapor elettrico (cap. I. lib. I.), è manifesto, che regna nell' atmosfera doppia specie d'elettricismo; cioè, che, quando la spranga riceve il fiocco da una punta straniera, la parte d'atmosfera, che la attornia, è elettrica per difetto; e quando la spranga dà il fiocco alla punta suddetta, la parte d'atmosfera, in che è immersa, è elettrica per eccesso.

530. *Questione*. Quanto io dico dell'atmosfera, che attornia la spranga elettrizzata, non dovrebbesi dire in particolare delle nuvol tempestose, che altre sieno per eccesso elettriche, altre per difetto? Ecco in che fondo questo pensiero. Lo zampillo d'acqua si sparpaglia similmente, o che alla catena, cioè per eccesso, o che alla macchina, cioè per difetto, si elettrizzi. Ed alcune sperienze, che per altro desidero di replicare più volte, mi fanno credere, che per l'elettricismo della macchina s'agevoli egualmente l'evaporazione dell'acqua, che per l'elettricismo della catena. Se ciò sia vero, si dovrà dire, che l'acqua resti nel suo naturale stato finchè abbia una determinata quantità di vapore elettrico, la quale sia necessaria a farne la naturale fluidità, e coesione di sue parti; che, se questa quantità s'accresca, ovvero sminuiscasi, ne segua egualmente nell'uno, e nell'altro caso la divisione delle parti, e la evaporazione; e conseguentemente, che vi possano essere nell'atmosfera vapori d'acqua, o nuvole, altre elettriche per eccesso, altre elettriche per difetto. Pare, che dia forza a questo mio pensiero l'evaporazione dell'acqua pel caldo, e l'evaporazione dell'acqua, che per freddo avviene. Del caldo ella è cosa notissima. E anche per il freddo il ghiaccio evapora, ed evapora più, a proporzione che s'espone a un freddo maggiore; e i vapori del ghiaccio ridotto per mezzo dello spirito di nitro al freddo più intenso, che ha finora trovato l'arte, formano una visibile nuvoletta. Onde ecco su che appoggio questa mia congettura. Il caldo produce l'evaporazione dell'acqua, l'elettricismo per eecesso produce anch'esso l'evaporazione dell'acqua: ma il freddo, che al caldo direttamente si oppone esso pure produce

lo

lo ſteſſo effetto; non par dunque improbabile, che anche l'elettricismo per difetto, che è contrario all'elettricismo per eccesso, e che inoltre produce i medesimi movimenti elettrici, che per quello avvengono possa esso ancora evaporare l'acqua. Il che se sia vero, potranno dunque esservi nell'atmosfera vapori d'acqua, o nuvole altre elettriche per eccesso, ed altre elettriche per difetto.

531. E in somma l'esperienza (415), in che abbiam visto, come il vapore dell'acqua, che si slancia da un'eolipila può o per difetto, o per eccesso elettrizzarsi, ne mostra, che, se non per la cagione, che le produce, possono le nuvole anche altrimenti divenire sì nell'una, che nell'altra maniera elettriche; e che ciò sia, pare, che si possa congetturare da' loro movimenti.

532. L'attentissimo osservatore delle cose naturali Pietro Van Muschenbroek nel paragrafo 1721. della sua Fisica avverte ciò, di che ognuno può facilmente risovvenirsi d'avere osservato, che nel formarsi i temporali „ Si vedono nuvole folte, ed oscure, che „ sembrano urtarsi l'una l'altra, ed incrocciarsi seguendo ogni „ sorte di direzione „ ed è cosa assai comune in questo nostro paese, allo spuntare alcuna nuvola tempestosa da scilocco, o libeccio, donde sorgono per l'ordinario le tempeste, vedere le altre sparse quà, e là per l'aria dirigersi verso quella, e quella a vicenda accostarsi a queste, dilatarsi, unirsi, e in poco d'ora ingombrarne il cielo tutto.

533. E universalmente in quanto a'movimenti questa è la differenza delle nuvole tempestose, o vogliam dire elettriche, che folgori ne recano, fulmini, e gragnuola, da quelle, che non apportano, che pioggia. Queste grado grado si espandono, e con assai tranquillo movimento; e talora consumano giornate intere a disporre il cambiamento della stagione, poi quasi sempre s'espandono egualmente, ed egualmente oscurano il Cielo; e finalmente durano alcun tempo a sciogliersi tranquillamente in pioggia, o neve ec. Queste compariscono quasi improvise, le une corrono

verso le altre velocemente, e in incontrarsi lampeggiano, e tonano; replicano i loro urti con forza, dopo urtatesi si rispingono, e si seguono ad agitarsi, finchè o hanno forza di lampeggiare, cioè finchè v'ha in esse differenza di elettricismo (61), o finchè si disciolgono in ruinosi nembi.

534. Che le nuvole tempestose appunto sono altrettanti pendoli, i quali accorrono l'un verso l'altro, o a compartire l'eccesso, o a compensare il difetto dell'elettricismo loro con forze proporzionali alle rispettive differenze (63 ec.); e che, siccome in equilibrarsi da principio con alcuno, sbilanciano con altri, replicano i loro urti, e rispingimenti vicendevoli, finchè o si precipitino in rovesci di pioggia, o gragnuola, o in ciascun d'essi si distribuisca ad eguaglianza l'ineguale attivissimo vapore.

535. Nè solo i movimenti, che tralle nuvole tempestose sogliono accadere, ma ancora la particolare direzione, con che massimamente verso i monti esse corrono, ove e più frequenti, e più furiose sono le tempeste, e dove quelle ancora per l'ordinario vanno a finire, che altrove si eccitano, concorda colle leggi de' movimenti elettrici (*a*); giusta le quali appunto a' più vicini corpi, per mezzo di che possano rimettersi in bilico si dirigono i pendoli, che sieno o per eccesso, o per difetto elettrizzati (63 ec.).

536. *Questione*. Ma inoltre non sarebbono anche un effetto de' movimenti, che possa cagionare l'elettricismo naturale delle nuvole tempestose, moltissimi altri fenomeni, de' quali la particolare cagione è stata finora occultissima? Le nuvole, che lampeggiano per l'ordinario si disciolgono in gragnuola; le non lampeggianti, o non elettriche non ne apportano; e la gragnuola si forma da molti piccoli ghiacci, che insieme s' uniscono, e crescono talora alla grossezza d'un uovo di gallina, e più; e tutta questa formazione succede probabilmente in pochi secondi di

(*a*) Alcun movimento delle nuvole tempestose forse dovrà attribuirsi a' venti; ma forse che anche alcuni venti, che soffiano in sì fatta stagione si debbono attribuire all'elettricismo delle nuvole, o dell'atmosfera.

di tempo. Ora ad agghiacciare, ed unire insieme in tal guisa le parti della nuvola tempestosa non accorrerebbeno d'ogni dove i nitri, ed altri sali a ciò opportuni, che sappiamo essere per l'atmosfera ampiamente diffusi, come appunto ne serviamo dell'opera di simili sali a fare il ghiaccio artificiale? E l'accorrimento di questi sali non avverrebbe esso per il naturale elettricismo delle nuvole tempestose, che sole dieno grandine, perchè sole abbiano forza di raccogliere intorno a se sì fatte particelle all'agghiacciamento opportune; come la catena, che ad arte si elettrizza, a se trae, e intorno a se raccoglie i piccoli corpicciuoli, che in aria nuotano (*a*)?

537. Ma lasciamo di paragonare questionando quelle cose, di che fenomeni evidentissimi ne mostrano una perfetta medesimezza. Certo che come molti movimenti delle nuvole tempestose a' movimenti de' corpi per arte inegualmente elettrici; così i baleni, e folgori di quelle corrispondono in tutto alle scintille, che tra questi scoppiano, qualora s'accostano ad una giusta distanza. Nel punto che le nuvole tempestose s'accostano o l'una all'altra, o ad un monte, allora folgoreggia a furia; se arrivino ad unirsi, sicchè tutte compongano una sola nuvola cessano di lampeggiare; e se dopo unite slanciano alcun lampo o lo dirigono verso alcun corpo terrestre, o da movimenti, che in alcu-

(*a*) La congettura ha i suoi gradi di probabiltà, La attività, e velocità, con che opera l'elettricismo corrispondono alla grandezza dell'effetto, ed alla prestezza, con che si produce. Se sia vero questo, di che propongo il mio dubbio, e se s'arrivi a trovar l'arte di spogliare le nubi del loro elettricismo (la qual cosa non vedo per ora, che sia assolutamente possibile); uno stesso rimedio varrebbe e contro i fulmini, e contro la gragnuola. Alcuna cosa ho tentato di vedere per mezzo dell'elettricismo artificiale intorno a questo punto della formazione del ghiaccio. Per ora altro non m'è riuscito di vedere, se non se, che una goccia d'acqua elettrizzata trae a se il sale trito comune, che se le presenta, e sì se ne carica, che arriva ad acquistare alcuna consistenza.

alcuna parte di esse si osserva, facilmente s' intende, che o non sono unite che apparentemente, ovvero, che da alcuna parte, ove non si possa direttamente osservare, altra nuvola inegualmente elettrica loro si avvicina. Nelle quali cose si vede un maraviglioso consentimento delle leggi, con che scoppiano le scintille tra corpi solo inegualmente elettrici, e cessano d' aversi tra medesimi, poichè sienosi uniti (63 ec.); che allora non v' ha più ragione, che tra essi si mova il vapore elettrico, che nell' accostamento si dee essere diffuso ad eguaglianza.

538. La sola differenza de' folgori dalle scintille è nella grandezza degli effetti; che e la luce delle folgori abbaglia molto più fortemente gli occhi; e lo scoppio loro orrendo assordisce gli orecchi. Ma questo anzi conferma quanto nel primo libro si è ampiamente provato, che l'attività, con cui si slancia l' elettrico vapore, e la luce, con che scintilla, e l' impeto, con che spezza l' aria, che gli resiste, è proporzionale alle dimensioni de' corpi inegualmente elettrizzati, ed alla differenza dell' elettricismo loro (264). Onde poichè le dimensioni delle catene, o tubi, che coll' arte si elettrizzano sono incomparabilmente minori delle dimensioni, che hanno i nuvoli elettrizzati per opera della natura; non è maraviglia, che appunto a proporzione della efficacia maggiore della causa s' abbiano effetti tanto eccedentemente maggiori.

539. Del resto tutte le altre differenze sono apparenti. Per esempio la folgore talora pare, che si mova a biscia per un lungo tratto d' aria in diverse linee dritte, che formano tra se diversi angoli: ma volete vedere in piccolo un simile scherzo nell' elettricismo artificiale? Fissate su un desco di cera diverse pallette di un qualche metallo; sicchè le linee, che ne congiungono i centri formino una specie appunto di serpentina; e le distanze dell' una dall' altra sieno superabili da una scintilla della catena; recatevi il desco in mano; col dito toccate la palletta ultima; ed avvicinatene la prima alla catena; la scintilla in saltando da

una

una palletta all'altra vi rappresenterà lo serpeggiare della folgore in cielo; la quale, come la scintilla di palla in palla, da una nuvola all'altra più vicina per la più breve via, ma secondo qualunque direzione, che esiga il sito delle nuvole medesime, impetuosamente trascorre (330).

540. Ma questo medesimo movimento dell'elettrico vapore si può anche osservare assai meglio entro la campana d'una macchina pneumatica, se la campana si voti d'aria, e s'elettrizzi il piatto della macchina medesima, cha siasi diligentemente isolata. Si vedono allora tratti vivissimi di luce andar serpeggiando con indicibile velocità da un punto all'altro della interiore cavità del vetro; e tra que' punti massimamente replicarsi simili lampi, che, o perchè si tocchino i punti esteriormente corrispondenti, o per altro simile motivo divengano atti a ricevere in se alcun vapore elettrico.

541. E da simili cose si può anche intendere la ragione del rumoreggiare durevole, che segue spesso a' lampi assai vivi, interrotto ogni tanto da spaventosi tuoni. Fingete per esempio una serie di nuvole A, B, C, D ec., che sieno in distanza un po maggiore di quella, in che può la folgore saltare dall'una all'altra: fingete, che queste nuvole elettriche per eccesso sieno spinte o da venti, o dalla forza del loro elettricismo verso un qualche monte; e che A v'arrivi prima di tutte. La nuvola A scaricando il suo eccesso nel monte, che si suppone non avere, che la quantità naturale del vapore, tonerà, lampeggierà. Intanto A divenuta meno elettrica di B ne sarà tratta da B, che a vicenda se le accosterà; e giunte a una giusta distanza si rinoveranno i tuoni, e lampi tra A, e B; e poco dopo s'avrà altro tuono, e altro lampo tra A, e il monte; di bel nuovo B, e C divenute inegualmente elettriche si accosteranno; ed ecco altri lampi altri tuoni; eccone similmente altri tra B, ed A tra A e il monte; altri tra D, e C, tra C, e B, tra B ed A, tra A, e il monte ec. E in tanto negl'intervalli de' tempi, in che le nuvole s'accosteranno, e non

vi sarà alcun lampo, le vallate e le colline seguiranno a ripercotere l'aria vibrata poc'anzi dalla folgore; e sì sentirassi quel lungo rumoreggiare interrotto ogni tanto da orrendi scoppi, e spaventosi baleni. Ma questo, che noi arrechiamo, non è che un esempio particolare; può variare all'infinito questi fenomeni la natura, ma non pertanto dalla considerazione delle varietà medesime, sempre ne risulta, che, e i movimenti, onde agitate sono dal loro elettricismo le nuvole tempestose, e i lampi, e le folgori, con che si diffonde in esse ad eguaglianza il vapor disugale, seguono le medesime leggi de' movimenti, o scintille, che si eccitano per opera dell' elettricismo artificiale.

CAPO III.

In che si proccura di far vedere, come conviene all' elettricismo naturale delle nuvole, ed atmosfera quanto dell' artificiale s' è dimostrato nel capo III. del lib. I. intorno all' eccitamento, velocità, penetrazione, propagazione ec. dell' elettricismo artificiale.

542. L'Arte collo stropicciamento eccita l'elettricismo (149). La natura pare, che talora si serva dello stesso principio. Desaguliers nelle disertazioni sull' evaporazione dell' acqua vuole, che l'aria strisciando sulla superficie di quella ne elettrizzi le parti, le divida, e sì in alto le trasporti, come specificamente più leggere. Spiega indi molto felicemente diversi fenomeni: come, per esempio, un venticello secco, ed in genere il movimento dell'aria o naturale, o artificiale giovi, più che altro, a presto asciugare i panni, o altre cose umide. Franklin pare, che siasi condotto sulle pedate di Desaguliers descrivendo come i venti strisciando sulla faccia del mare ne formino le nuvole.

543. *Questione*. Ma sarà egli questo l'unico mezzo, con che la natura eccita l' elettricismo? Abbiam veduto, che l' arte anche

anche col solo liquefacimento elettrizza per lungo tempo alcuni mescugli di zolfo, e resine (7, 154, IV). Nelle continue, e infinitamente varie fermentazioni, e dissoluzioni, che a lentissimi gradi opera la natura in diversissimi corpi, non saravvi alcun movimento del vapore elettrico propio a'corpi medesimi? Il solo diverso grado di caldo in due corpi contigui non determinerebbe una parte del naturale loro vapore a passare da un corpo in un altro? E queste circolazioni di vapore non sarebbero per la massima parte insensibili, o perchè avvenissero in corpi non isolati, o perchè fossero sì lente, ed ordinate, che sfuggissero la nostra osservazione?

544. Ecco le considerazioni, che m'inducono a congetturare simili cose. Primieramente nell'atmosfera s'eccita talora l'elettricismo, che si rende assai sensibile nella spranga di Franklin, senza che le nuvole folgoreggino; come si può conoscere da' num. 515, 523, 527. In secondo luogo sono notissimi molti fenomeni di globi di foco, che talora sono comparsi in aria a ciel sereno, o dalla terra si sono eccitati, ed hanno prodotti gli stessissimi effetti del fulmine. Ed a suo luogo riporteremo varie apparenze, ed effetti d'una materia fulminante, che in certi tempi s'eccita nelle miniere a grave danno degli operai; e queste osservazioni sembra ne indichino, che ben anche con altro mezzo, che in nulla rassomigli l'artificiale stropicciamento de' vetri, ecciti la natura il suo eziandio assai violento elettricismo.

545. Ma inoltre hannovi altre assai forti congetture, che pell'azione d'un elettricismo molto più debole, che anche altrimenti si desti, che pello stropicciamento, si debbano spiegare moltissimi altri fenomeni, che giornalmente accadono nell'atmosfera. La rugiada sì quella, che cade d'alto, sì quella, che si solleva da terra, è tratta in gran copia da' vetri, dalla porcellana, dalla gomma lacca, corpi elettrici per origine, è rispinta da metalli, corpi elettrici per comunicazione. Il fenomeno è stato osservato primieramente dal Signor Du Fay, e stato avverato dal Signor Muschenbroek,

ed

ed altri, ed è cosa assai facile lo accertarsene. Collocate la sera all'aria aperta una sottocoppa di vetro o di porcellana in un piatto d'argento, o d'altro metallo, sicchè l'orlo di questo sporga fuora della sottocoppa da cinque in sei pollici; il dì seguente troverete il piatto di metallo asciuttissimo; e la sottocoppa di vetro, o di porcellana assai carica di rugiada.

546. Ora da queste particolarità sembra si possa congetturare una qualche dipendenza de' suddetti fenomeni dall'attività d'un elettricismo, che sia in perpetue vicende nell'atmosfera della terra secondo i varj cambiamenti di caldo, e freddo, ed altri, che in essa avvengono. Il vapor elettrico ne' metalli è mobilissimo (cap. II. lib. I.). Se il freddo della notte altera la quantità di vapore nelle particelle d'acqua nuotanti nell'atmosfera, la altererà similmente ne' metalli; conseguentemente non v'ha ragione, perchè verso i metalli particolarmente si dirigano le gocciolette della rugiada (lib. I. cap. II.). Per l'opposto il vapore elettrico è difficilmente amovibile da' vetri (lib. I. cap. IV.). Onde le alterazioni dell'elettricismo del vetro saranno minori, o comunque disuguali alle alterazioni, che accadono nelle parti dell'acqua, e perciò saravvi ragione, perchè queste a quelli particolarmente si dirigano; come universalmente osserviamo avvenire; che un corpo pell'elettricismo a quelli si dirige, rispetto a' quali sia comunque differentemente elettrico (cap. II. lib. I.).

547. Come quantità di rugiada cade su un vetro, e nulla ne cade sull'orlo del metallo, che sostiene esso vetro, e sporge fuora del medesimo; così osservo, I. che l'umido delle stanze calde accorre nelle notti fredde a' vetri delle finestre, II. che nulla ne accorre a' piombi, che connettono detti vetri; III. e che meno ne accorre nell'orlo de' vetri contiguo a' piombi, che nello spazio di mezzo; ed universalmente chi viaggia di notte può osservare, che l'umido della notte s'accoglie in maggior copia su' capegli, su' peli della barba, su' panni, sulle lane di qualunque genere, che sono corpi elettrici per origine, che non sulle carni,

o altri

o altri arnesi metallici, che abbia occasione di trasportar seco, che sono corpi elettrici per comunicazione; sicchè pare manifesto, che questi, e altri moltissimi non dissimili fenomeni per esempio dell' umido, che accorre all' esteriore d' una boccia di vetro ripiena di liquore più freddo dell' ambiente esteriore ec., e non accorre similmente ad un vase di metallo similmente ripieno ec., si debbano attribuire alle vicende d' un elettricismo debole sì: ma che ben altrimenti ancora si ecciti dalla natura, che con il solo stropicciamento.

548. E di questo anche altrove ne occorrerà di parlare; proseguiamo ora a paragonare le altre proprietà dell' elettricismo della natura, e di quello principalmente, che si eccita sensibilissimo nell' atmosfera, colle proprietà, che abbiamo osservate nell' elettricismo artificiale.

549. Della velocità in vero appena accade farne parola; tanto ne è manifesta e in quello, e in questo la perfetta medesimezza; seppure non giovi avvertire, che, come nella propagazione del vapore elettrico, che si fa coll' arte n' è paruto di osservare diversi gradi di per altro sempre grande velocità (162) proporzionale alle differenze dell' elettricismo, che hanno i corpi, pe' quali esso si muove; così sembra, che nel naturale movimento de' baleni, e folgori un non so che di più rapido, e più unito movimento si osservi in quelli, che tonano più orrendamente, e che certamente non altronde hanno maggior forza, che dalla suddetta differenza (61 ec.).

550. Ne è meno manifesta la propagazione de' baleni pell' interiore sostanza de' nuvoli, che vedonsi splendere addentro, ed assai ampiamente, massime verso i luoghi, onde escono, o entrano.

551. In quanto poi alla proprietà di indirizzare il loro impeto verso i corpi più vicini (poste pari le altre cose), e diffondersi principalmente negli acuti, essa ne' folgori in quanto alla prima parte è stata conosciuta ne' tempi antichissimi, e in quanto all' altra è stata raccolta con diligenti osservazioni dal Signor Dot-

tore Carburi Professore di teoría di Medicina in questa Reale Università, avanti che la spranga di Franklin immediatamente ne la manifestasse; che in un manoscritto di sue particolari memorie, dopo avere lungamente esposte osservazioni di cupolini, piramidi, ed altri simili corpi eminenti, ed acuti, o assai ristretti; „ pare, conchiude con singolare avvedimento, che certi luo-„ ghi, le fabbriche di una certa figura attirino i fulmini „. I vari fulmini, che in quest'anno 1752. sono caduti in Venezia addì 26. Maggio comprovano essi la verità della congettura; che tre hanno percosso tre campanili rovesciandone in uno la croce, e uno ha colpito nel porto l'albero di maestra d'una nave. E forse che i tanto celebri fuochi di Sant'Elmo, che nelle tempeste di mare si vedono sulle cime degli alberi delle navi, altro non sono che altrettante assai estese stellette elettriche, se la nuvola, che sovrasta alla nave, sia elettrica per eccesso, o verissimi fiocchi elettrici, se quella sia elettrica per difetto, che chiaramente ne manifestano la particolare facilità, con che o verso le punte si dirige, o per esse si disperde il naturale elettrico vapore (*a*).

552.

(*a*) Il signor Abate Nollet nelle sue lettere sull' elettricità riporta alla pag. 288. un' osservazione tratta dalle memorie del Conte de Forbin, che accerta questo mio dubbio intorno a'fuochi di Sant'Elmo, natomi dalla combinazione dell' idea d'alcuno di que' fuochi, che ho osservato, hanno dieci anni, navigando da Sicilia a Livorno, coll'idea dell' elettricismo delle nuvole, e coll' idea del fiocco, o stelletta elettrica. Lascio volentieri l'osservazione mia propia, e ad essa sostituisco quella del Signor Conte di Forbin, come ricca di molti particolari caratteri, uno solo de'quali, cioè la figura del fuoco, a me fu possibile divisare. „ Sull' imbrunirsi, dic' egli, di repente s' oscurò oltre modo il Cielo, e ne seguirono lampi, e tuoni . . . Feci ammainare le „ vele; vidimo sul vascello da trenta fuochi di Sant'Elmo; uno fra gli „ altri ve n'era sulla cima della banderola del grand'albero, che avea „ più d'un piede, e mezzo d'altezza; feci salire un marinaio, e gli „ comandai, che mel recasse; giunto egli in alto sentì questo fuoco „ a fare un romore somigliante a quello della polvere, cui si dia fo„ co dopo averla inumidita: gli dissi di portarmi la banderola: ma

„ ap-

552. Nè solo la proprietà d'indirizzarsi specialmente alle punte: ma l'altra ancora di disperdersi per esse conviene all'elettrico vapore eccitato dalla natura. Questo pare ne volesse accennare Seneca con definire il fulmine un fuoco quasi a forza ristretto, e condensato; e questo ne mostra la immediata osservazione del fulmine, che per lo più si vede partirsi dalle nuvole quasi per punta, e per istretto sentiero con una, o più lingue scorrere rapidissimamente attraverso all'aria, dal che se gli è dato il nome di saetta.

553. Talora questa proprietà s'è aggiatamente osservata ne' globi fulminanti; così per esempio è notissima la osservazione dell' eruditissimo Signor Marchese Maffei, di che scrive al chiarissimo Vallisneri. „ Vidi, dic'egli, avvampar d'improviso nella stanza, „ verso il pavimento un fuoco vivissimo parte biancheggiante, „ parte quasi azzurro. Pareva avere in se grandissima agitazione, „ ma per altro il corpo della fiamma, che era di qualche estensione stette qualche istante senza moto progressivo. Avanzò poi „ alquanto verso di noi con una lingua più sottile ec. „. Segue poi a descrivere alcuni effetti, che ne fanno vedere assai chiaramente in quel globo la natura, e indole del vapore elettrico, con che produce i fulmini la natura (*a*).

„ appena l'ebbe tolta da luogo, che il fuoco la abbandonò, e si pose „ sulla cima dell' albero, donde non si potè ritogliere. Vi restò lun„ go tempo, finchè insensibilmente si consumò „. Certamente questa osservazione mostra, che i fuochi di Sant' Elmo sono vero elettrico vapore: ma nello stesso tempo dimostra ciò, che fa al nostro proposito, che alle punte particolarmente si dirige il vapor elettrico. Il fiocco di luce (*pro villo fulgorem*), che dice Plinio d' aver veduto egli stesso di notte sulle aste delle sentinelle di Roma non fu di natura diversa, e ne conferma la stessa verità.

(*a*) Non m'arresto a ragionare sulla cagione delle proprietà, che faccio vedere somigliantissime nell' elettricismo naturale alle proprietà scoperte nell'artificiale; che sì fatte ragioni, e spiegazioni le ho recate trattando di questo; e quì, per farne l'applicazione, basta avvertire, che i medesimi fenomeni si debbono spiegare con le medesime ragioni.

554. Ma aggiungiamo in ultimo anche alcuna cosa dell' atmosfera elettrica de' nuvoli tempestosi; In quanto all' ampiezza certo essa è incomparabilmente più estesa dell' atmosfera de' corpi, che siansi finora coll' arte elettrizzati; imperocchè i nuvoli anche più alti d'estate, ed assai remoti giungono ad elettrizzare le spranghe poste ne' luoghi anche meno sublimi: ma questa medesima eccessiva ampiezza è assai conveniente alla mole de' nuvoli secondo ciò che abbiam veduto (263), che l' estensione delle atmosfere elettriche è in alcuna ragione proporzionale alla superficie de' corpi elettrizzati.

555. E in quanto alla qualità dell' atmosfera medesima ho già esposte le mie congetture sull' opposto elettricismo di diverse nuvole, che altre sieno elettriche per eccesso, e conseguentemente abbiano atmosfere cariche di vapor eccessivo, altre per difetto, e però cinte d'atmosfere, cui manchi parte del vapor naturale.

556. E questi pensieri si possono avvalorare con altre considerazioni. Lo scoppio delle scintille, che s' eccitano ad arte, è più forte a proporzione non solo delle dimensioni: ma anche delle differenze d' elettricismo de' corpi, tra' quali quelle si eccitano (61): anzi per quanto varino le dimensioni, se non v' ha la suddetta differenza, non s' hanno scintille; e allora questa differenza è massima, e massimo è lo scoppio, e vivezza delle scintille, quando uno de' corpi è elettrico per eccesso, e l' altro è elettrico per difetto (51); dunque pare, che l' orrendo scoppio d' alcune folgori, a cui appena è paragonabile il rumor delle scintille suddette, debba essere anche in parte cagionato dall' opposto, e contrario loro elettricismo.

557. Ma inoltre aggiunge forza a questa mia opinione la doppia specie di fulmini, che distingueva Seneca, e anche più anticamente osservavano gli Etruschi di simili fenomeni attenti, anzi superstiziosi osservatori. Affermavano, che alcuni fulmini dall' alto scagliansi verso il suolo, altri dal suolo in alto slanciano il loro, com' essi dicevano, esecrabile fuoco.

557.

558. Questa distinzione, come ognun vede, è molto conforme a ciò, che s'osserva nella spranga di Franklin, la quale talora dall' alto riceve, e talora dà essa alle nuvole il fulminante vapore: ma è anche assai ben confermata dall' immediata osservazione, che oltre la osservazione del celebre Signor Marchese Maffei (553), molt' altre ve n' hanno a tal uopo opportune.

559. Tale fu la folgore, che addì 21. Luglio 1745. scoppiò in Bologna, e rovinò la torre delle Monache di S. Cristina. L' Autore de' comentarj dell'Academia dice „ che questa fu sì orren-
„ da, che appena altra a ricordo d'uomo s'è sentita sì strepitosa . . .
„ che sebbene diversi dicano, che spuntasse da diverso luogo, tut-
„ ti però concordano, che uscisse di terra . . . che molti degni di
„ tutta la fede attestano d'aver veduto un vasto, e fiammeggiante
„ globo ad uscire da una specie di chiavica.

560. L'Abate Girolamo Lioni in una lettera inserita nel giornale d' Italia tom. 32. ne reca altro esempio. Espone l'agiatissima osservazione, la quale egli ha fatto d'una splendentissima fiamma, che in una fiera tempesta vide accendersi, e sollevarsi sopra terra due cubiti in circa per una sottile striscia, e poi sparire con uno spaventosissimo scoppio.

561. Dunque hannovi fulmini, che sorgono da terra, e questi massimamente in stagione di ciel tempestoso; sicchè pare, che l' elettricismo dell' atmosfera, che sovrasta alla terra, sia la cagione, che gli eccita: ma appunto l' elettricismo per difetto d' un corpo qualunque è esso, che determina ad accorrere in quello, del vapore da altri corpi (61, 63 ec.); è dunque probabile anche per questo capo, che v' abbia nell' atmosfera tempestosa alcuna parte elettrica per difetto.

562. Ma a queste cose, che ora diciam dubitando arrecherà più sicura determinazione il tempo. Appena in quest' anno cominciamo a conoscere l'elettricismo delle nuvole; ora appena principiamo a poter osservare colla guida dell' elettricismo artificiale i fenomeni più sensibili del naturale: degl' insensibili, o più com-

pli-

plicati per ora non possiamo, che sospettare: ma e quanto lume non dee sperare d'acquistar la Fisica in pochi anni intorno alle innumerabili mutazioni, che accadono nell'universo tutto, se con uno zelo costante, e unicamente appassionato per la verità si prossegua a investigare le proprietà, e forza di questa sostanza, che pell'universo tutto ampiamente s'espande, e in ogni dove atta è ad operare.

CAPO IV.

In cui si mostra, le medesime proprietà, che convengono all' elettricismo artificiale per rispetto all'aria, convenire ancora all'elettricismo naturale, e si propone alcuna questione.

563. LO scoppio de' lampi, che avviene attraversando essi per l'aria, basta per provare la resistenza, che fa l'aria all'elettrico vapore. Lo scoppio più orrendo de' fulmini, che attraverso all'aria più densa colpiscono i corpi terrestri, e i tranquilli baleni, che s'osservano l'estate nell'orizzonte dopo il tramontar del Sole, e che probabilmente accadono nella parte più alta dell'atmosfera (*a*); cioè nell'aria più rara, sicchè niun sensibile strepito ne segue, provano la maggior resistenza, che fa l'aria all'elettrico vapore, che la attraversa a ragione della densità sua, e della densità del vapore medesimo.

564. Che poi la folgore attraversando l'aria violentemente la scuota, e dilati, e gli orrendi tuoni, e i dirotti nembi di pioggia, che ne seguono, e gl'istantanei, violentissimi contrari venti, che cambiano ogni momento nel luogo della tempesta, e poc' oltre esso luogo s'estendono, certamente ne lo dimostrano

(*a*) Ciò ne indica la loro luce più ampiamente estesa, e meno accesa della luce delle folgori, e più simile alla luce del vapor elettrico, il quale lampeggia nel voto, che non alla luce delle scintille elettriche.

ſtrano; che appunto, ſe quanto il tuono della folgore eccede il piccolo ſcoppio d'una ſcintilla elettrica, tanto la dilatazione dell'aria cagionata da quella eccede la dilatazione, che per queſta abbiam veduto avvenire (370, 371); è ben d'uopò, che ne inſorgano que' repentini furioſi venti, che, maſſime nelle tempeſte aſſai baſſe, ogni coſa con ogni direzione fortemente urtanò, e roveſciano (*a*).

565. *Queſtione*. E queſta dilatazione, che avviene nell'aria per il vapore elettrico non ne ſuggerirebbe eſſa alcuna ragione della elaſticità dell'aria, e de' cambiamenti di *fiſſazione*, e *rigenerazione*, che hanno in eſſa ſcoperto i Fiſici; ma di che finora niuna ſoddisfacente ragione hanno potuto rinvenire.

566. E' probabiliſſimo, che l'aria ſovrabbondi di elettrico vapore (339); le parti dell' elettrico vapore aſſai condenſate ſi rigettano con forza (cap. VII); e non ſarebbe queſta forza il principio, perchè ſi riſpingono proporzionalmente alla loro denſità le parti dell' aria?

567. Secondo queſta ipoteſi per torre all'aria la ſua elaſticità, e ridurla allo ſtato di fiſſazione, baſterebbe torle l'elettrico vapore, che ne ſarebbe il principio efficiente. Ora il fumo di zolfo è attiſſimo a fiſſar l'aria, e attorno al vetro caldo della fornace gran copia ſe ne fiſſa mentre che ſi raffredda. Non avrebbono eſſi corpi queſta proprietà, come corpi elettrici per origine atti a ricevere in ſe gran copia di vapore elettrico?

568. L'aria fiſſata ſi rigenera, e racquiſta la ſua elaſticità nel vetro coll'azione del fuoco, e dello ſtropicciamento (149, 154); e in altri corpi coll'operazione del fuoco, o della fermentazione (ſi veda la ſtatica degli animali di Hales). Non ravviverebbono l'aria queſte operazioni rendendo alle particelle fiſſate il vapore elettrico, di che alcun corpo le aveſſe ſpogliate?

569.

(*a*) Ed ecco forſe poſta in chiaro almeno in alcuna parte la cagione d'un fenomeno, di cui finora i Filoſofi nulla più ſapevano de' Poeti.

569. Mi hanno indotto a quistionare di questa cosa non tanto le considerazioni fin quì arrecate, quanto alcuna particolare circostanza, che ho osservata nell'esperienza della dilatazione dell' aria per la scintilla elettrica (370, 371); in che ho osservato, che non solamente l' acqua s' abbassava nel cannello mentre scoppiava la scintilla nell' aria rinchiusavi sopra: ma restava abbassata per alcun' ora; sicchè pareva, che la scintilla non solo dilatasse istantaneamente la dett' aria; ma che ne accrescesse durevolmente la elasticità. Per altro desidero di replicare lo stesso sperimento in tubi di maggior diametro, locchè per ora non ho praticato, perchè non ho avut' agio di procacciarmi coll' unione dell' elettricismo di più vetri scintille assai vive, quali credo necessarie a tale sperimento. Com' anche desidero di vedere, se elettrizzando con cert'arte per difetto alcuna quantità d' aria mi riesca di scemarne la elasticità; che per ora, come ognun vede, sto quistionando in questo punto senza definir nulla, cioè adunando materia, locchè stimo ed utile, e necessario, su cui fare sperimenti, che ne conducano a determinare alcuna cosa (*a*).

CAPO

(*a*) Certamente lo stato dell' aria, e dell' elettrico vapore hanno tra di loro alcuna assai stretta connessione; l' elettricismo artificiale si stenta a eccitare assai sensibilmente in tempo che il mercurio nel barometro è assai basso, sicchè non arriva alla sua mezzana altezza. E quando nell' atmosfera si eccita in insorgendo alcuna tempesta un elettricismo naturale assai violento, il mercurio ne' barometri quasi d' improviso si abbassa; e si rialza finita la tempesta. Queste variazioni e dell' altezze del mercurio, e conseguentemente delle gravità dell' aria non dipenderebbono dalle variazioni dell' elettricismo dell' atmosfera. La fermentazione, che Hales avverte avvenire nell'aria in formarsi i temporali, non accaderebbono pell' azione degli aliti sulfurei, che assorbissero parte del vapor elettrico dell' aria medesima? E questi aliti sulfurei, elettrici per origine non trasportarebbono questo vapore (come i vetri lo trasportano nella catena) nelle nuvole; e sì non diverrebbe meno elastica l' aria spogliata di parte del suo vapore? non s' abbassarebbe per tal cagione l' altezza dell' atmosfera? non se ne scemerebbe la gravità, che a lei si ren-

ſi rendeſſe qualora e i lampi, e le folgori le rendeſſero la primiera naturale quantità di forza elaſtica ec.? Certamente la opinione più probabile intorno alla cagione delle diverſe altezze del mercurio ne' barometri, che ſia eſſa la diverſa direzione de' venti, che, o ſpirando da parti oppoſte verſo lo ſteſſo luogo, ivi ne ammucchino l'aria, o ſpirando dallo ſteſſo luogo in parti contrarie, ivi la diradino, non ſoddisfà per anco alle circoſtanze tutte de' cambiamenti delle altezze ſuddette.

CAPO V.,

In cui ſi accennano alcuni fenomeni, che accadono nell'acqua pell'elettriciſmo naturale ſimili a' fenomeni, che abbiam veduto avvenire in eſſa per l'elettriciſmo artificiale.

570. PRoverò nell'ultimo capo di queſto libro, che i Tifoni, o Trombe di mare ſono prodotte da' nuvoli fortemente elettrizzati. Quì accennerò una particolarità, che ſovente s' oſſerva in tal fenomeno. Eſſa è, che ſotto il corpo della Tromba l' acqua del mare ſi ſolleva, e ſi vede a fumare come un mucchio di paglia, cui ſi dia fuoco, ma che non abbia ancora concepita la fiamma. E queſto fumare, o evaporarſi dell' acqua del mare vedremo doverſi attribuire alla ſteſſiſſima cagione, che produce la Tromba, cioè all'elettriciſmo, quale proprietà abbiam viſto convenire, ſalva la dovuta proporzione, all'elettriciſmo artificiale (cap. VI, lib. I).

571. Ma, ſe ſi debba dar fede a quanto de' fulmini comunemente ſi dice, che aſciughino le boti piene di vino, e talora per fino i pozzi; anche più manifeſta ſi fa la violentiſſima forza, che ha di evaporare sì fatti liquori un colpo dell'elettriciſmo naturale. Sceglierò a queſto propoſito un fatto comunicatomi dal chiariſſimo Signor Dottore Giambattiſta Carburi. Cadde anni ſono un fulmine in una caſa di campagna de' Signori Conti della Gherardeſca, chiamata lo ſtipo (*a*), lontana da Firenze un miglio,

(*a*) Nè occorrerà di riportare, e ſpiegare molt'altri effetti di queſto fulmine; onde per riſparmiar parole lo chiameremo ſenz' altro il fulmine dello ſtipo.

e mezzo in circa, e vicina alla ſtrada di Fieſole. Il giorno ſeguente il ſuddetto curioſiſſimo, e diligentiſſimo inveſtigatore de' fenomeni naturali ſi portò da Firenze ad oſſervarne gli effetti; tra le altre coſe queſto oſſervò, e ſcriſſe egli nel ſuo giornale, che fa molto bene al noſtro propoſito. „ Alcuni fiaſchi impagliati, „ che erano in cucina ripieni di vino, ed otturati con carta „ ſi credettero illeſi; ma da vicino ſi ſcorgevano voti, e pren- „ dendoli per lo collo andavano in piccioli pezzi; alcuni però „ rimaſero illeſi, e pieni di vino. Non ſi trovò punto di umi- „ do in terra, benchè i fiaſchi privati di vino foſſero 20. in „ circa „ (*a*).

572. E forſe dalla medeſima forza di evaporare i liquidi, che ha l'elettrico vapore, ſi dee ſpiegare altro fatto, che mi ha comunicato lo ſteſſo Signor Dottore Carburi, e di che ha egli avuto contezza dal chiariſſimo Profeſſore di Medicina il Signor Cocchi: ecco le parole, con che lo riporta eſſo nel ſuo giornale. „ Il Signor „ Cocchi ha veduto in portolungone un uomo, a cui un fulmi- „ ne aveva levata tutta la cuticola; e gli aveva per conſeguen- „ za prodotta in tutto il corpo quella doloroſa ſenſazione, che „ ſuole averſi nelle parti, a cui s' applicano i veſicatori; che probabilmente il fulmine ſi ſpiegò lungo alla linfa, che ſcorre ſotto la cuticola, e in evaporando quella, dovette queſta lacerare, come appunto la ſcintilla, con che ſi colpiſce un ſorcio ba-

(*a*) Certamente pare, che queſto fatto indichi un' iſtantanea violentiſſima evaporazione non differente che nella quantità dall' evaporazione delle gocce pella ſcintilla elettrica (397); e lo ſtato de' fiaſchi voti, e apparentemente interi, ne indica la particolare maniera dell' evaporazione. Il fulmine in colpire l' eſteriori ſuperficie de' fiaſchi ne le ha ſmiſuratamente caricate di elettrico vapore. L' interiori ſuperficie nello ſteſſo iſtante ſi ſono ſcaricate di un' eguale eceſſiva quantità (313), che nell' evaporare il reſiſtente liquore, e fece equilibrio coll' eſteriore percoſſa, e le parti del vetro dilatò egualmente al di dentro, che dilatate s' erano al di fuora, ſicchè furono diſgiunte, ma sì egualmente, che l' eguaglianza, e l' oppoſizione del colpo nel ſuo naturale ſito le mantenne.

bagnato lungo lo strato d'acqua, che l'inumidisce si dirige, e trascorre (403, 404).

573. Sarebbonvi molte altre alterazioni, che sappiamo avvenire ne' liquori quando tona, e lampeggia; così i pastori sogliono lagnarsi, che in sì fatti tempi il latte, e la crema si coagulano; che talora per fino il butiro si guasta. Si veda cosa dice di questo Muschenbroek nel capo delle meteore focose. Si sa pure, che in simili stagioni la birra, e il vino s'inacidiscono.

574. E di questi effetti parmi bene averne avuto alcun esempio in piccolo nell'elettricismo artificiale, che il vino inchiuso nel cannello, in che ho sperimentato la dilatazione dell'aria (370), dopo che v'ho fatto scoppiare molte scintille nell'aria chiusavi sopra, m'è paruto alterato, e diverso da altro vino, che pel paragone avea tolto da un istesso fiasco, ed esposto in un simile tubo.

575. Per altro potrebbe essere, che il rovesciamento dipendesse piuttosto dalla fermentazione, che abbiam detto avvenire nell'aria, ne' temporali, e dal fumo, in che si risolvono le particelle zolforose pello scoppio delle folgori, come dalla polvere di zolfo posta sul quadro di Franklin attraversata colla solita scintilla abbiam veduto alzarsi alcune assai sensibili onde di fumo (453).

576. Di questo fatto non v'ha luogo a dubitare; che ne' luoghi colpiti dal fulmine dura per alcun tempo a sentirsi un grave odore di zolfo, e a vedervisi una specie di fumo. Così il Dottore Carburi nella relazione del fulmine dello stipo osserva primieramente, che trovò la casa piena di vapori, e vi sentì odore di zolfo; sebbene il fulmine fosse caduto un giorno avanti.

577. E dell'effetto parmi vedere nel fatto un'assai conveniente ragione, che il fumo di zolfo, assorbendo l'aria sparsa per la sostanza del vino, o inducendovi fermentazione, può ben rovesciarlo (*a*).

(*a*) Si veda la statica de' vegetabili pag. 178., 222., Parigi 1735.

CAPO VI.

In cui si cerca di mostrare, che le proprietà dell' elettricismo artificiale per rispetto alle piante, animali, metalli, ed altri corpi convengono ancora all' elettricismo naturale.

578. PER ora non ho fatti, ed osservazioni, con che possa immediatamente provare, che, come l' arte può spingendo blandamente quantità di elettrico vapore attraverso alle piante, agevolarne la nutritura, e vegetazione; così adoperi la natura l' elettrico vapore in sì fatte fonzioni. Per altro abbiamo già altrove accennato alcun motivo, che ne induce a congetturare di questo (421). E quì ne giova osservare, che, se l' accrescere l' evaporazione delle piante, è, fin a certo grado, un principio, che ne agevola la vegetazione; il vapor elettrico, che nelle piante è sparso, come negli altri terrestri corpi, e non v'è sparso a niun fine, e non vi s'arresta ozioso, dee giovare e all' evaporazione loro, e alla loro vegetazione; giacchè esso, che verso le medesime scoppia folto, e impetuoso dalle nuvole tempestose, una repentina violentissima evaporazione vi cagiona, e produce.

579. In fatti nulla v' ha di più frequente, che osservar piante, cui la folgore abbia tolta gran parte della scorza; che probabilmente spiegandosi la folgore sullo strato del sugo nutrizio, che v' ha tralla scorza, e la parte legnosa, e in istante evaporandola, violentemente questa ne squarcia, e stacca.

586. Questa escoriazione delle piante ne mostra la forza di evaporare, che ha la folgore, e ne accenna, che probabilmente si dee similmente spiegare la escoriazione dell' uomo curato dal D. Cocchi (572). Più abbasso accenneremo altri maltrattamenti, che fa alle piante la folgore, e appunto vedremo, come si

possa-

possano essi spiegare dalla considerazione degli effetti, che produce negli uomini, o animali. Quì ne giova considerare gli effetti, che essa produce in altre sostanze più semplici; che così ne faremo strada più facile, e piana per ispiegarne gli effetti nelle più composte. Cominciamo da' metalli.

581. La folgore scioglie, e dissipa l'argento, e l'oro de' merletti, e cornici; Il S. D. Carburi nella relazione del fulmine dello stipo dice „ che l'indoratura delle cornici di varj quadri in una „ stanza dello stipo mancava affatto, e che una di quelle era in „ parte priva d'oro, parte coll' oro alternativamente, e che si „ trovò tralle rovine di calcina, e pietre spogliato d'argento un „ merletto, che circondava una piccola cortina, che copriva una „ pittura fatta su metallo accanto al letto „. Ho io questo merletto, che egli ha trasportato seco, e mi ha gentilmente lasciato a considerare, e v' osservo, che è sciolto l'argento alternativamente in parti eguali della lunghezza di lui, in una sì, e nell'altra nò; che probabilmente la frangetta era ripiegata, e il fulmine, che si spiegò sul metallo dipinto, ne sciolse le parti sole del merletto, che v' erano in contatto. Mi ha similmente dato a vedere un pezzo di cornice, a cui il fulmine ha tolto una striscia d'oro pella larghezza d' un pollice, e mezzo; egli non ha offeso nè il gesso, nè il mordente, che v'è sopra; ed a lato del luogo mancante ha lasciato un colore pavonazzo slavato, quale lascia una lista di foglia d'oro racchiusa tra due carte incollate con acqua di gomma, e sciolta colla scintilla elettrica.

582. La folgore sconficca i chiodi; talora ne strugge le punte. Ho avuto dal S. D. Carburi alcuni chiodetti, la di cui punta di ferro era saldata con dello stagno in capi assai larghi di metallo dorato. Questi erano infitti in alcune seggiole dello stipo, e ne sono stati percossi dal fulmine. Ad alcuni manca la punta; quasi a tutti manca per la massima parte l'indoratura, ad uno manca la punta, e la testa è squarciata, sicchè lo stagno s'è slon-

tana-

tanato in parte dalla testa, la quale è parte sciolta, e i limiti delle parti sciolte sono rivolti all' in su, talchè pare, che trallo stagno, e la testa abbia scoppiato alcuna scintilla del fulmine, e sì ne gli abbia parte sciolti, parte rigettati con opposta direzione, come abbiam veduto avvenire per la scintilla elettrica (388).

583. Che questa soluzione di metalli accada con un forte rispingimento di esse parti, ne lo dichiarano altre osservazioni. Hales nella relazione d' una tempesta avvenuta in Stretham dice, che un fulmine percosse una tavoletta dipinta, e ne staccò la pittura da' luoghi della tavoletta, che sotto essa pittura erano indorati. Il D. Carburi riporta „ che il fulmine dello stipo in una „ stanza percosse le colonne di legno, che, secondo l'uso antico, so„ stenevano un tornaletto, ed erano inargentate, e poi sopra colo„ rite di lacca; che aveva staccato il colore dalle due colonne „ poste alla testa del letto, e riportatolo su' lenzuoli, nel luogo „ che toccavano esse colonne, e che similmente dall' altre due co„ lonne ne avea rigettate alcune simili strisce di colore sul muro „ opposto, benchè fosse distante da qualche braccia dalle colonne „ medesime.

584. De' quali fenomeni certamente ne porge imagine vivissima la scintilla elettrica, che scioglie le parti metalliche liberamente pendenti pell' aria (441 ec.); e, se le ritrova rinchiuse, sì fortemente le rigetta, che lacera, e spezza ritegni assai forti, e ne imprime altamente le macchie ne' vetri (436 ec.), o nelle carte, tra quali sieno ristrette. Imperocchè può ben l'efficacia incomparabilmente maggiore della folgore somiglianti macchie imprimere anche ne' muri distanti.

585. Nè solo o fili, o sottili foglie di metallo scioglie la folgore „ Nella sala a terreno (segue la relazione del fulmine dello „ stipo) un condotto di piombo, che passava in un muro, e por„ tava l' acqua nella sala medesima si ritrovò in molti luoghi di„ viso, e acciaccato, come se una forbice rovente lo avesse taglia„ to secondo la direzione del diametro, e le parti di esso condotto

erano

„ erano osservabili pelle rotture fatte nel muro, ne' luoghi ove
„ il condotto era tagliato.

586. Probabilmente o tutta la folgore, o un'assai gran parte di lei si diresse lungo al metallo del condotto; Imperocchè, come la scintilla elettrica, così si vede manifesto, che la folgore a metalli piuttosto, che ad altri corpi si dirige. Nello scorrere secondo la lunghezza avrà incontrato in alcun luogo qualche ritegno o per le dimensioni minori del metallo (438), o per altro motivo; si sarà ivi in maggior quantità ammucchiato; sarà dunque scoppiato con gran forza; avrà rigettate le parti del metallo, e contro del muro all'infuora, e al di dentro contro dell'acqua; avrà ceduto più facilmente all'urto l'acqua, che non il muro; l'eccesso di questa resistenza avrà compresso il condotto verso il suo centro; e si ne sarà nata è la divisione, e acciaccamento del tubo, e lo squarcio del muro.

587. Che la folgore, come la scintilla (438) sciolga i metalli ne' luoghi di minor dimensione si può con altre osservazioni comprovare. Così il Giornale des Sçavans nel 1676. pag. 113. riporta, che un fulmine avea rovinato il campanile dell'abbazia di S. Medard di Soissons, e che s'era propagato ad una grande distanza lungo a fili di ferro, che facevano comunicazione delle campane coll'orologio, che avea sciolti questi fili, non le campane, nè l'orologio.

588. Ma passiamo ad esaminare altri diversi effetti, che produce il fulmine in diverse altre materie degli edifici. Tutti i Fisici, che parlano degli effetti del fulmine, arrecano esempi di fabbriche assai massiccie rovinate, di mura sodissime rovesciate, o traforate, ma nessuno ritrovo, che assai diligentemente, e distintamente notato abbia il particolare luogo, figura, sito, e tutte le altre individue circostanze di esse rovine, che necessario sarebbe distintamente rissapere, per poter ricavare dagli effetti dell'elettricismo artificiale una individua, ed assai determinata spiegazione di tutti quelli, che il naturale elettrico fulminante vapore suole

pro-

produrre. Dovremo dunque contentarci se la possibilità di essi effetti potremo dimostrare, supponendo alcune circostanze, che, sebbene dagli osservatori non sono individualmente notate, nulla hanno d' inverisimile, e poste le quali, od altre simili, si ha delle rovine dal fulmine cagionate una certa, e vera ragione.

589. E primieramente proseguirò a riportare le rovine cagionate dal fulmine dello stipo, e a rendere di queste la più congrua ragione, giacchè il diligente dottissimo osservatore a preferenza d'altri ne arreca in numero maggiore le opportune particolarità
„ Nella tinaia alcuni cerchi de' tini si trovarono rotti, ed eravi
„ nel muro un foro ritondo di un pollice in circa di diametro,
„ che penetrando il muro comunicava nella cantina.

590. E di questo foro fatto nel muro non ne abbiamo un assai simile esempio dall' artificiale elettricismo? Ho ultimamente traforato con una scintilla cinque cartoni ciascuno composto di otto carte. E la folgore non avrà maggior ragione d' attività rispetto alla resistenza d' un muro, che ne abbia la scintilla rispetto alla resistenza di 48. fogli di carta? Che, come la scintilla per la carta, così il fulmine abbia dovuto traversare per il muro, pare lo indichino le rovine e della cantina, e della tinaia, il di cui comune muro era traforato; la cagione, che determinato abbia il fulmine ad attraversarlo ha potuto essere infinitamente varia. S'intenda che il fulmine da principio entrasse nella cantina qualunque corpo a preferenza d'altri per comunicazione elettrico per esempio un qualche metallo, che nella tinaia risguardasse il muro divisorio, e gli fosse assai vicino, potea determinare il fulmine ad attraversare dalla cantina pel muro di mezzo, come la punta dell' arco metallico, che s' applica sulla carta determina l' elettrico vapore ad attraversare dalla superficie della boccia, o del desco elettrico per la carta verso essa punta. Ora i cerchi di ferro de' tini, che si trovarono rotti nella tinaia, non avrebbero essi appunto potuto attrarre a se (come il detto arco attrae la scintilla attraverso la carta) il fulmine attraverso al

muro,

muro? Non avrebbono potuto attrarlo alcune chiavi di ferro solite adoperarsi ne' muri, o qualunque altra metallica, od altra assai del fulmine attraente materia, entro la tinaia al muro contigua?

591. „ Quasi tutti i muri della stanza erano quà, e là rotti (prosegue la relazione del medesimo fulmine) come da' veentissimi „ colpi di masse; nessuna però di queste rotture penetrava un muro „ intero sino dall' altra parte. Intorno ad un gran quadro rimaso „ illeso eranvi di luogo in luogo simili rotture ampie un palmo „ circa, ma la cornice, e la di lei indoratura era illesa, nè le rot- „ ture continuavano sotto il quadro; di modo che furono riem- „ pite senza movere il quadro dal suo luogo. Nella stessa cucina „ si trovò gran quantità di rovine di calcina caduta dalla cappa „ del camino.

592. Tutte queste rovine hanno potuto essere prodotte in diversissime maniere, tutte conformi alle proprietà conosciute nell' elettricismo artificiale. Ne' cementi delle mura per lo più v' hanno parti metalliche sparse assai inegualmente, alle quali si dirige con particolar forza il vapor elettrico, v' ha dell' arena, che segue la natura del vetro, v' hanno mattoni vitrificati; e sì quella, che questi rigettano il vapore medesimo. Dunque tratta la folgore da parti metalliche, od altre molto elettriche per comunicazione, e rinchiuse tra parti vitree, o altre molto elettriche per origine sciorrà quelle, e con gran forza queste ne rigetterà.

593. I chiodi fitti nel muro possono trarre nella suddetta maniera il vapore della folgore, che ristretto nella loro punta lo sciorrà (cap. VII, e VIII, lib. I), e squarcerà il muro tutt'all'intorno; così l'accuratissimo Osservatore del fulmine dello stipo ora Professore di Teoría medica in questa Università trovò „ sul letto d'una „ stanza un ferro della forma d' un piccolo chiodo, che avea „ penetrata, e bruciata la coperta, ed il lenzuolo sottoposto, e „ fatto de' fori precisamente simili alla sua figura, nè s' è mai po- „ tuto, dic' egli, trovare il luogo, da cui questo ferro potesse

„ esserſi ſtaccato „ che probabilmente la folgore nello ſciogliere questo chiodo lo ſvelſe dal muro, lo ributtò all' infuora (388), ne rovinò il luogo, in che era infitto, che perciò non ſi potè diſcernere.

594. Non sì chiaramente mi rieſce di ſcorgere la ragione delle rottu e, che erano intorno al quadro rimaſto illeſo. Sarebbonvi forſe ſtati altrettanti chiodi, ne' luoghi delle rotture? Ovvero ſi ſarebbe forſe una gran parte della folgore propagata dalla ſtanza contigua attraverſo al muro, e ſarebbeſi condenſata ne' luoghi vicini alla cornice tratta dall' indoratura di lei? Avrebbe ivi, ove s' era già molto fortemente unita, e ſpezzato il muro, e conſumata in produrre tal effetto la ſua forza; ſicchè ne reſtaſſe poi illeſa la cornice medeſima? Ma avvegnachè ſia difficile indovinare la particolar maniera dell' effetto, nulla ha di particolare l' effetto medeſimo, che non convenga alla proprietà, o grandezza della forza, con che opera la folgore riſpettivamente alla maniera, e forza, con che opera la ſcintilla elettrica.

595. Che anzi la folgore, avuto riſguardo alla gran copia del vapore, e può bene produrre, ed attualmente produce effetti anche molto più ſtrani. Per eſempio M. Deslandes nella ſtoria dell' Academia delle ſcienze all' anno 1719. riferiſce, che tre globi di fuoco ſi ſcagliarono contro la Chieſa d'un villaggio vicino a Breſt; che ne fecero ſaltare in aria le muraglie, ed il tetto, come avrebbe fatto una mina, di ſorte che alcuna pietra delle mura fu ſcagliata alla diſtanza di 26. teſe, ed altre furono ſprofundate entro terra all' altezza di più piedi. Ma nota lo ſteſſo Autore, che eſſi globi avevano il diametro apparente di tre piedi, e mezzo, cioè di linee 504. Certamente il diametro apparente d' una ſcintilla, che ſpezza un tubo di vetro, non eccede una linea. Pongaſi che l' efficacia del vapore elettrico ſia proporzionale alla quantità di lui (61 ec.); e ſi troverà che uno di que' globi ebbe a paragone della ſcintilla ſuddetta una forza 128034064. volte maggiore; onde ſe la ſcintilla può ſpezzare i vetri, e ſcagliarne

i mi-

i minuzzoli alla distanza d'alcun piede; s'intende, che uno di questi dovette aver forza sufficiente a schiantare la Chiesa, ed a farne saltare il tetto, ed a sprofundarne sotterra le pietre.

596. E come la quantità, così la qualità degli effetti, che produce la folgore si possono, come in gran parte abbiam veduto, esemplificando spiegare cogli effetti dell' artificiale elettricismo. Alcune folgori eccitano quasi un istantaneo incendio ne' corpi combustibili, lasciandone i rimasugli annegriti, ed affumicati. Così il mercurio del mese di Giugno dell' anno 1723. riporta d' una folgore, che bruciò la Chiesa, ed il Presbitero della Chiesa Parrocchiale di Neuville. Altre squarciano solamente detti corpi; come la folgore, che in Nevvers spaccò un albero giusta tutta la lunghezza senza affumicarlo, o lasciarvi altro segno d' abbruciamento, secondo che ne assicura il Cavaliere di Loville, che ne osservò gli effetti, e li riportò nell'Istoria dell'Academia Reale delle Scienze all'anno 1714. Altre medesimamente senza i suddetti segni squarciano più minutamente i legni, che percuotono; così il Signor D. Carburi trovò „ che una tavola d'abete, che stava sotto il piede della colonna destra, che era alla testa d' un letto „ era stata ridotta in piccoli pezzi; e similmente trovò staccate, „ e squarciate in pezzi le cornici, che adornavano un' antica „ porta di noce, ed erano della medesima materia; e che in „ niuno di questi corpi v'era il menomo segno di abbruciamen- „ to „; siccome io sto vedendo in alcuni minuzzoli de' medesimi, che ha egli conservati (*a*).

[*a*] L' osservazione dello stipo è stata fatta con tanta diligenza, e avvedutezza dall'Uomo saggio, e di giustissimo criterio, che può servire di modello; perciò stimo convenevole soggiungere in questa nota alcune altre parti della medesima, le quali non ho avuto occasione di apportare altrove... *Molte antiche seggiole guarnite nell' appoggio, e nel sedere di vitello rosso erano squarciate nel sedere in varj pezzi accartocciati all' infuo-*

597. Ora abbiamo visto, che la scintilla elettrica non solo infiamma gli spiriti, scioglie anche in fumo gli zolfi, gli ogli, le resine, e che spesso questi fumi ne accende. Io ho spesse volte osservato, che, se attraverso con la scintilla elettrica un cartone posato su un quadro di Franklin, che è indorato con resina, ne resta affumicato l' orificio del foro, che è in contatto dell' indoratura. Se tra il cartone, ed il quadro spargo un po di fior di zolfo, detto orificio compare abbrustolito. Ma se poso il cartone

infuora, come se la cagione, che le fece scoppiare, fosse venuta dall' interno delle seggiole. Mi parve allora, che questo avesse dovuto provenire dalla rarefazione dell' aria posta fra la pelle di vitello, e la stoppa. E appunto si sa, che il fulmine può dilatare l'aria assai fortemente (cap. V. lib. I); Per altro potrebbe essere, che esso accartocciamento sia anche stato prodotto dalle parti di fuoco, che il fulmine abbia o arrecato, o eccitato sulla superficie esteriore del cuoio. Potrebbe pur essere, che una assai forte scintilla del fulmine abbia scoppiato tra il cuoio, e la stoppa, e ne abbia immediatamente squarciato, e rigettato il cuoio all' infuora pella sua propria forza, come un' ordinaria scintilla, che attraversa un cartone (cap. VII. lib. I), o una foglia di metallo... *In una stanza si trovò sconficcata da suoi piedi una tavola, e da essi separata, e gettata in terra...* E questo forse per alcuna delle suddette ragioni... *Alcune medaglie di Cesari di gesso erano scrostate tanto nella cornice, che era rossa, quanto nel basso rilievo, che era bianco; e quest' ultimo era un poco affumicato...* Sogliono quei, che fabbricano simili medaglie, dopo cavatele dalla forma dar loro alcuna mano di gesso più fino, per eguagliarne la superficie; ne risulta indi uno strato non perfettamente aderente, e probabilmente tra esso, e il corpo dell' imagine vi s' arresta dell'aria; basterebbe lo spandimento di questa a produrre una sì fatta scrostatura? Se per l' avvenire, quando abbiamo già tant' altri lumi intorno all' attività de' fulmini, e loro analogia colle scintille elettriche, imiteremo l' accuratezza del suddetto Osservatore, dobbiamo sperare di potere e più determinatamente spiegare i vari effetti loro, e di trarne cognizioni, che non solo gran luce alla Fisica, forse apporteranno alcun vantaggio all' umana Società.

tone su un quadro armato con sottilissima lastra di piombo, e sì lo buco, non v'ha vestigio di fumo, o abbronzamento. Dunque pare, che il vapor elettrico non sia atto per se solo ad annegrire, bruciare, accendere, se non se o eccitando ne' corpi molto combustibili le parti del fuoco in essi nascose, o servendosi dell' opera di simili parti in detta guisa eccitate, affine di affumicare o bruciare i meno combustibili; che del resto per se solo non abbia altra attività, che di rigettare, e squarciare le parti, che attraversa. In verità ne' luoghi percossi dalla folgore, come abbiam osservato, per lo più si sente puzzo di zolfo (*a*), e questo basta per intendere come si possano per essa annegrire i corpi, od anche abbruciare: ma nè questo fumo ecciterà sempre la folgore, che passi per esempio per un tratto di aria assai corto, o che poco sia caricata di parti zolforose, o comunque ignee; nè con esso annegrirà sempre, o brucierà tutti i corpi, che successivamente percuoterà. Imperocchè questo fumo, o quasi fuoco, straniero all'elettrico vapore, che è la vera materia della folgore, non penetra i corpi similmente che detto vapore, ma sulle loro superficie s'arresta (*b*); come si scorge dalle macchie, che sopra v'impronta; onde la folgore, che abbia per esempio attraversata una muraglia sarà puro elettrico vapore, che squarcierà solo i corpi meno combustibili, non gli abbronzerà, e molto meno gli abbrucierà.

598.

(*a*) Molte volte la folgore compare rinchiusa in una specie di nuvoletta. Credo, che essa sia questo fumo, di che facciamo parola.

(*b*) L'odore somigliante all'odore della soluzione del ferro nell'acqua forte, che si sente intorno a' corpi per l'arte elettrizzati, credo, che sia un effetto dell'elettricismo in molte cose analogo all'effetto di questo fumo, ed in questa particolarmente, che non sia essenziale alla sostanza del vapor elettrico, e non penetri unitamente con lei dentro a' corpi. In fatti, come osserva acutamente Franklin. La scintilla, ed il fiocco elettrico lasciano detto odore sulla mano, che gli riceve; e altronde è certo, che mentre dura ancora quest'odore, non v'ha più nella mano il vapor ricevuto. L'aria di quante, e quanto minute metalliche particelle non è carica? Non sarebbono sufficienti, non che la scintilla, e

fiocco

598. E l' applicazione di questi universali principj non solo basterà ad ispiegare i diversi effetti, che produce la folgore nelle fabbriche, e loro parti; ma inoltre recherà molto lume per ragionare intorno alle varie maniere, con che essa distrugge le piante, o anche maltratta, e uccide gli animali.

599. Ma, anzichè considerare i spaventosi effetti del vapore, che fulmina i viventi, alcuna cosa ne occorre d' osservare intorno allo stato, e attitudine del moderato vapore, che ad essi ha compartito la natura, e che pare loro propio, e probabilmente è destinato a prestar loro giovevolissimi officj.

600. Similmente che nella macchina, lo stropicciamento ha manifestato questo vapore ne' viventi. Se al buio si stropiccino i peli d' un gatto, od anche d' un cane, o la chioma d' un cavallo ec. n' escono scintille, che e nella luce, e nello scoppio, e nella puntura rassomigliano quelle, che slancians si dalla catena. E' anche notissimo quanto accade a moltissimi Uomini, che in ispogliarsi la camicia vedono al buio simili scintille, e ne sentono le punture, senz' altro stropicciamento.

601. E a questo proposito ho un' osservazione assai particolare, che ne mostra altre proprietà dell' elettricismo naturale de' viventi in tutto conformi alle proprietà conosciute nell' artificiale. Questa l' ha fatta, hanno due mesi, sulla sua propia persona, e me l' ha comunicata e a voce, e in iscritto il Sign. Alessandro Amedeo Vaudania, Uomo, che intende assai bene le cose astro-

fiocco elettrico, anco i rarissimi raggi, che compongono l' elettrica atmosfera ad isciogliere quelle insensibili, e perciò infinitamente poco resistenti parti? La limatura di ferro si vitrifica attraversando, benchè velocemente, la fiammella d' una candela, che per se sola sensibilmente non altera una particella un pò grossa del metallo medesimo. E la scintilla elettrica, che non offende una lastra di metallo, ne scioglie le foglie, dunque il vapore più raro, che le foglie non danneggierebbe, basterà esso per se solo ad isciogliere alcune incomparabilmente più minute parti sparse per l' aria, e sì ad eccitarne il mentovato odore.

aſtronomiche, e oſſerva con diligenza i fenomeni della natura.
„ Da che, dic' egli nella relazione manoſcritta, il freddo s'è
„ fatto più rigoroſo, cioè da circa dieci, o dodici giorni, mi ſo-
„ no veſtito tralle due camicie, una camiciuola di caſtoro.
„ Ogni ſera in cavarmi di doſſo la prima camicia, che è ſopra
„ la camiciuola, e che cambio ogni giorno, m' accorgo, che eſſa
„ ha alcuna adeſione colla camiciuola medeſima, e in ſeparar-
„ nela ſento molti ſcoppi di ſcintillette elettriche, le quali oſ-
„ ſervate al buio non differiſcono dalle ſcintille de' ſperimenti
„ elettrici. Poi, appena comincio a ſpogliarmi la camiciuola,
„ ſento, che eſſa ſi ſta anche più fortemente attaccata alla cami-
„ cia di ſotto; ne la ſeparo a forza, e me la ſpoglio; e reca-
„ tamela nella mano deſtra, oſſervo, che il lembo della cami-
„ cia gli ſta ancora attaccato, e con eſſo ſi ſcoſta dal mio cor-
„ po. Ritengo in mano la camiciuola, e la slontano più che
„ poſſo, ſicchè neceſſariamente la camicia ſe ne ſepara, e que-
„ ſta allora toſto corre al mio corpo. Ravvicino la camiciuola,
„ e la camicia ricorre a lei. La slontano, e la camicia ricorre
„ al mio corpo; e per più volte la camicia replica queſte ſpecie
„ di vibrazioni, che per altro ſucceſſivamente s' illanguidiſcono,
„ e in poco tempo ceſſano affatto.

602. Queſta relazione, che s' è poi compiacciuto darmi in iſcritto il ſuddetto Signore, me l' avea fatta a voce un dì immediatamente dopo aver pranzato, ſedendo al fuoco; ſicchè era un ora ben intera, che egli non avea fatto altro moto piu violento, che quello di traſportarſi da tavola al fuoco acceſo nella medeſima ſtanza, dove avea pranzato. Sentita la relazione mi feci recare del refe, gliel' accoſtai eſteriormente all' abito; e mi parve, che ne foſſe tratto, maſſimamente verſo la ſchiena, in alcuna piccola diſtanza. Lo pregai a sbottonarſi l' abito inanzi al petto, e ad aprire la camicia, e sì ne preſentai il filo alla camiciuola, e ne fu tratto alla diſtanza d' un pollice, e più, e apertaſi la camiciuola medeſima, e ripiegatala all' infuora, il filo ne fu tratto

an-

anche da diſtanza maggiore; l'eſperienza s'è rinovata in preſenza de' valoroſiſſimi Profeſſori di Medicina li S.S. DD. Donati, e Carburi.

603. Lo ſteſſo Signore per diverſe ſere a mia inchieſta ha replicata la ſeguente ſperienza. Mentre che ſtavaſi ſpogliato, e tenea nella man deſtra la camiciuola, colla ſiniſtra le preſentava la punta d' un' ago; ed oſſervava ſu queſta punta la piccola luce, che io chiamo ſtelletta elettrica, e che egli ha molto attentamente conſiderato in occaſione che ha veduto i miei ſperimenti.

604. Queſte oſſervazioni ne fan manifeſto; I. che ſulla camiciuola di caſtoro v' era del vapore elettrico accumulato; imperocchè ciò ne indica la ſtelletta elettrica; II. che queſto vapore nello ſcintillare, e muovere i corpicciuoli opera ſimilmente che il vapore eccitato dall' arte, come chiaramente ſi vede dalle vibrazioni della camicia, e dagli accoſtamenti de' fili, e foglie metalliche; III. che dopo ſeparata la camiciuola reſtavano e eſſa, e il corpo del Signore inegualmente elettrici; giacchè le vibrazioni non accadono tra corpi elettrici egualmente (cap. II, lib. I;) e che la camicia vibrandoſi traſportava dalla camiciuola nel corpo il vapore eccesſivo di quella.

605. *Queſtione*. Il panno di caſtoro è corpo aſſai fortemente elettrico per origine. Dovrem dire che abbia baſtato ad accumulare ſu d' eſſo del vapor eccesſivo il piccolo ſtropicciamento, che pe' movimenti vitali della reſpirazione, e altri ſimili debbono accadere tralle carni, camicia, e camiciuola? Ma e perchè non s' elettrizzano ſimilmente panni ſimili in doſſo a chiccheſia? Avrebbe forſe cooperato a queſto un particolare grado di calore? Ma non m' è riuſcito di ſcoprire col termometro calor maggiore in queſto Signore, che in me medeſimo; cui per altro non accade alcuno di queſti accidenti. Probabilmente ſono elettrici gli aliti, che traſpirano inſenſibilmente dal corpo di lui. Egli è di coſtituzione aſſai pingue, e non ſuda, che molto difficilmente. Forſe che per ſua natura ſono egualmente elettrici gli aliti, che traſpirano da corpi di tutti i viventi; ma che non ne rieſce ſenſibile

l'

l'elettricismo nelle complessioni umide, che lo disperdono (a). Forse che come l' elettricismo artificiale agevola, così il naturale produce la traspirazione (cap. VII lib. I).

606. Ma fors' anche troppo abbiamo già altrove quistionato intorno agli usi dell' elettricismo naturale ne' viventi, e troppo poche osservazioni abbiamo finora, su che stabilire alcuna cosa d' assai certo. Servano dunque questi sospetti non a formare giudizio, ma a darne materia da osservare, e sperimentare.

607. Intanto dopo considerati così di passaggio alcuni particolari fenomeni del vapore elettrico, che è nostro propio, ed abita in noi, passiamo a vedere, come in piccolo si rappresentano coll' artificiale elettricismo gli effetti spaventosi, che ne' viventi produce un' enorme quantità di straniero elettrico vapore, che su d' essi si scarichi.

608. Primieramente è maravigliosa la direzione della folgore, che percuote i viventi. Il celebre Poeta Fracastoro ancor bambino restò salvo tralle braccia di sua madre percossa, e morta dalla folgore. L' uomo escoriato dalla folgore, e curato dal D. Cocchi fu percosso a letto accanto ad un altro, che non ricevette alcun incomodo. Persone degnissime di fede m' attestano d' aver visto in Genova una folgore a portar via di mano ad una donna un bacile di rame, e bucarlo senza che la donna ne fosse offesa ec.

609. Cioè la folgore nel suo corso segue la legge della scintilla, onde si scaricano i vetri; corre attraverso a' corpi, i quali fanno la via brevissima dal luogo elettrico per eccesso onde si scaglia al luogo il meno elettrico in che si scarica (298). Così, come la scintilla attraversa l'arco conduttore senza offendere chi lo maneggia (309); la folgore ha potuto attraversare il bacile senza offendere chi lo sosteneva. Come la scintilla attraversa gli uomini, solo, che sono in serie, e che servono a fare la via brevissima

(a) Così per quanto si stropicci un gatto bagnato non n'eccitерете scintille, che eccitерете agevolmente da un gatto, che sia stato al fuoco.

ſenza ſcuotere gli altri comunque vicini; così la folgore dee aver potuto uccidere la madre, ſenza offenderne il bambino, od eſcoriare uno, e non l' altro degli uomini, che giacevano nello ſteſſo letto, ſecondo che la madre, piuttoſto che il figlio, o un uomo piuttoſto che l'altro, facevano più corta ſtrada alla folgore, onde dal principio del ſuo moto giungeſſe al ſuo termine.

610 Anzi, ſiccome abbiam viſto, che la ſcintilla attraverſa un muſcolo d'un gallo, ed eſſo violentemente dilata ſenza offenderne altre parti (cap. VII lib. I); ed univerſalmente, come la ſcintilla attraverſando un qualunque corpo vivente quelle parti ſolo sforza, che fanno la ſuddetta breviſſima via; così la folgore può bene a taluno portar via una maſcella, ſenza moleſtarlo altrove (*a*); a tal altro bucar l' orecchio; ad altri abbruſtolire ſoltanto la pelle, e ſcorrere lungo la medeſima; ad altri percuotere la teſta, ad altri attraverſare, e rovinare il petto; ad altri ſcuotere o le braccia, o le gambe (delle quali coſe tutte ſi hanno eſempi), ſecondo che eſſe diverſe parti del corpo o eſteriori, o interiori ſieno collocate lungo il ſentiero, per cui ſecondo l' accennata legge, ſi muove la folgore.

611. Che ſe la folgore, o alcuna parte di lei movendoſi con queſta legge attraverſi comunque il corpo d'un vivente; il più innocente effetto, che vi produca, egli è ſcuoterlo; che di tanto ſi lagnano quelli, che ne ſopravivono. Sul principio dell' eſtate paſſata cadde quì in Torino un fulmine ſull' oſpedale di S. Giovanni. Lo ſpeziale, che ſtavaſi mirando il temporale ſulla porta della ſpezieria, che guarda verſo il cortile, ed un giovane, che ſtavagli accanto, ne furono ſcoſſi; e lo ſpeziale m' aſſicura, che lo ſcuotimento, non fu differente, ſe non ſe nella veemenza maggiore, dallo ſcuotimento, che egli ha ſpeſſo provato dalla boccia di Leiden. Il dì 27. Luglio dell' eſtate medeſima in Bologna alcuni di quelli, che ſtavano in quel giorno tempeſtoſo applicati all'eſperienza della ſpranga (514), e la maneggiavano, poichè la pioggia ne avea bagnati i zolfi, per rimetterla in iſtato di dare i ſegni elettri-

ci, da una folgore, che all'improvviso scoppiò sofferfero un simile scuotimento. Lo stipo (571) probabilmente fu fulminato da due grossi globi di fuoco „ che, come riferisce l'attentissimo Osserva-
„ tore, un uomo si vide passare avanti agli occhi da tramonta-
„ na verso mezzo dì in distanza di pochi piedi nel mentre, che
„ la custode della casa sentì in essa uno scoppio unico, e mo-
„ mentaneo. E quell'uomo (certamente pello scuotimento, che
„ n'ebbe), cadde a terra, e vi restò per un quarto d'ora in cir-
„ ca senza sentimenti.

612. Queste, ed altre moltissime osservazioni ne manifestano, che il vapor della folgore scuote più fortemente sì, ma con la stessa legge, che quello della boccia di Leiden, e convince di falsità l'opinione de' Fisici (si veda la Fisica di Musschenbroek pag 874.), che hanno attribuito alla sola paura il cadere a terra gli uomini, vicino a quali quella scoppiasse *(a)*.

613. Ma passiamo ad altri più perniciosi effetti, che oltre lo scuotimento produce la folgore. Essa acceca. Ho conosciuto in Narni un Religioso ottuagenario accecato, com'egli diceva, molti anni avanti da' lampi in un temporale, che lo colse tra Narni, e Terni. E questo abbiam veduto avvenire negli uccelli per i colpi dell'elettricismo artificiale; e anche più manifestamente ho sperimentato lo stesso in un piccione, cui avendo colpito,

[a] Pare, che in queste, ed altre simili osservazioni non il corpo della folgore, ma alcuna scintilla solamente, che siasi sparsa di fianco abbia colpito chi ne ha sofferto non altro, che lo scuotimento. Penso, che il copiosissimo vapore delle folgori più strepitose in espandersi ad eguaglianza si distribuisca assai ampiamente in diversi corpi diversamente in alcuna diretta ragione della forza di attirarla, che hanno essi corpi pella loro natura, estensione, e difetto (cap. III lib. I): ed in alcuna ragione inversa delle distanze. Un globo fulminante, che nel 1711. cadde nella Chiesa di Sollinghen, mentre vi predicava il Ministro, scosse, e rovesciò dalla catedra esso Ministro, uccise in istante tre persone, e ne scosse, e ferì più di cento. Un simile globo, che nello stess'anno scoppiò nel portico di Sampford rovesciò molte persone, che erano sotto il medesimo.

in testa con alcune scintille, cominciarongli a lagrimare gli occhi, e condottolo a morte, la cornea se gli ripiegò in dentro, e restò assai mancante del contenuto umore. La folgore annegrisce, abbrucia, incenerisce; e di tutto questo alcuni esempi pare ne suggerisca in piccolo l'elettricismo. Così la scintilla, che passa per una vernice resinosa, o per uno strato di polvere di zolfo, attraversando poi un cartone, lo affumica, e lo brucia nella parte ove immediatamente lo percuote. L'atmosfera terrestre non è essa ripiena di parti zolforose, e di quintessenze, che dalle piante, e dal seno della terra fa cotidianamente evaporare l'opera della natura. La folgore dunque dee ben poter accendere con maggiore forza della scintilla sì fatti aliti, e coll'attività loro bruciare, ed infiammare le parti de' viventi, che percuota. Anzi, se una scintilla può per se sola abbruciare le piume d'un uccello (453), potrà ben il folto, e copiosissimo vapor della folgore eccitare un istantaneo attivissimo fuoco nella pingue, infiammabile sostanza d'alcun uomo, ed o lasciarvi i segni d'abbruciamento, come altrettanti impronti di ferri roventi, che si sono osservati in alcuni colpiti dal fulmine, o anche, se abbia maggiore attività, sciogliere affatto, e incenerire.

614. In oltre la folgore spesso uccide gli Uomini, e lascia in essi que' segni, i quali abbiamo osservato in un uccelletto colpito colla scintilla elettrica. M. Lovis Chirurgo maggiore delle Truppe del Re di Francia associato all'Accademia Reale di Chirurgia ec. nelle sue osservazioni sull'Elettricità attesta, d'aver egli avuto occasione di sparare, ed osservare con attenzione un soldato fulminato mentre travagliava alle fortificazioni di Metz, dice „ che „ non trovò esteriormente alcun segno di contusione, o abbru„ ciamento . . ., che i polmoni di lui erano molto dilatati, e „ che vi era nel petto uno spandimento di linfa sanguinosa. . E appunto un simile spandimento abbiam veduto avvenire in un uccello per la scintilla . . . „ ma che questo spandimen„ to non potea considerarsi come cagione sufficiente della morte

„ del

„ del Soldato. . ., che lo ſtato del petto di queſt' uomo dimoſtra-
„ va ad evidenza, ch' egli era ſtato ſoffogato per un' inſpirazio-
„ ne violenta.

615. Similmente i Signori Valliſio, Lovvero, e Villiſio trovarono enfiati i polmoni d' un giovine fulminato. Ma ciò che può parere difficile ad iſpiegarſi ſi è, che vi hanno eſempi d' altri uomini morti dal fulmine in maniera affatto contraria. Così i Signori Du Verney, Pitcarn, e altri in varie perſone fulminate, che hanno diligentemente oſſervate hanno trovato i polmoni flaccidi, come quelli degli animali, che ſi fanno morire nel voto.

616. E intorno a queſti effetti ecco coſa mi ſembra, che ſi poſſa congetturare da ciò, che conoſciamo avvenire per la ſcintilla elettrica; I. che, come la ſcintilla dilata il vino, l'acqua, l'oglio ec., e ne ſpezza con grande forza i vetri, che contengono detti liquori (388); così la folgore poſſa dilatare il ſangue, e gli altri fluidi d' un corpo vivente, ed iſpezzarne i vaſi piccoli, e meno reſiſtenti; II. che, come la ſcintilla dilata, e ſpiega l'aria contenuta nell' acqua ec. (396), così la folgore poſſa dilatare l' aria contenuta ne' liquidi del corpo umano; III. che, come la ſcintilla dilata ancora, e rareſà l'aria dell' atmosfera (370); così la folgore poſſa rarefare aſſai violentemente l'aria, che ſta attorno ad un uomo, e gli è vicina.

617. La dilatazione violenta de' liquori, e dell'aria in eſſi contenuta (*a*) può aver cagionato lo ſpandimento della linfa ſanguinoſa. E l'

(*a*) Che nel ſangue ſiavi un fluido elaſtico ſomigliante all' aria, che è nell' acqua, e che, togliendoſi la preſſione dell' aria eſteriore, ſi dilati, e ſpieghi, l' ho ultimamente ſperimentato alla maniera di Deſaguliers in compagnia d' alcuni dilettanti di Fiſica, che ſpeſſo meco s' adunano ad eſperimentare, e ragionare delle coſe naturali. Abbiam meſſa ſotto un piccolo recipiente della macchina pneumatica una porzione della vena giugulare d' un vitello, la quale, anzi di ſepararla, s' era chiuſa con due legature; ſicchè due pollici di lei reſtavano pieni di ſangue, e queſto aſſai freſco, e caldo; che in quel punto il vi- tello

E l'aria in sì fatta maniera dilatatasi, e spiegatasi dal sangue contenuto ne' polmoni può averne cagionato l'enfiamento; imperocchè se una scintilla, che attraversa una laminetta d'acqua chiusa in un cannello, non abbia forza di spezzarlo, ha però forza di rigettarla, e sciogliere alcune bollicelle d'aria, che si possono molto distintamente osservare (395); onde, se una simile cosa avvenga per la folgore nel sangue contenuto ne' polmoni d'un uomo, nè seguirà in essi una violenta, istantanea, e mortale enfiagione.

618. Per l'opposto potrà la folgore, anche senza attraversare il corpo d'un uomo, votarne i polmoni, e ucciderlo colla sola rarefazione della parte d'atmosfera, in che egli respira. Imperocchè, se una piccolissima scintilla dilata sensibilmente l'aria chiusa in un cannello (388); la folgore dee produrre una specie di voto assai ampio nel luogo, ove scoppia; conseguentemente, se un uomo si trovi entro a questo spazio, l'aria contenuta ne' polmoni di lui si dilaterà similmente in vero, ma con velocità incomparabilmente maggiore, come si dilata, ed espande all'infuora l'aria de' polmoni d'un animaletto posto sotto al vetro della macchina pneumatica; e la violenza, e impeto di questo spandimento basterà a recare un'improvvisa istantanea morte (*a*).

619.

tello era stato colpito colla massa. Nel fare il voto la vena s'enfiò, e il volume di lei crebbe almeno l'indoppio. Dopo la terza sospinta dello stantuffo il mercurio era assai basso nell'indice. Allora fermmo la vena, che avevamo messa entro ad un vasellino, con una lancetta, che a tal uopo attraversava l'armatura d'ottone del recipiente, e tosto il sangue si sollevò tutto in bolle assai ampie, escì per la massima parte dal vase, e si sparse sul piatto della macchina, e intanto il mercurio nel barometro s'alzò tre pollici in circa.

(*a*) Penso, che debbasi dilatare non meno l'aria del sangue contenuto ne' polmoni, che l'aria sparsa pel sangue diffuso nell'altre parti del corpo; e forse per questa cagione si sono visti alcuni percossi dalla folgore colla testa, od altre parti enfiate; Questo spandimento d'aria dee essere tanto più fatale, quanto è più subitaneo. Il Signor Martino Trievvald Capitano delle meccaniche, e d'architettura militare del Re

di

619. E forse che per lo stesso principio dell' atmosfera rarefatta ad alcuni voterà la folgore i polmoni, ad altri gli enfierà. Ad ogni *azione* corrisponde una *riazione* eguale; dunque ad una istantanea violentissima rarefazione dell' aria, in che scoppi una folgore, corrisponderà un istantanea violentissima condensazione de' strati dell' aria vicina. Potrà dunque morire per mancanza d' aria chi si trovi nel luogo dell' aria rarefatta, e ne morrà soffogato, chi si troverà nel luogo dell' aria condensata (*a*).

620. Ma de' fulmini, e loro effetti per ora abbiam congetturato abbastanza. Passiamo a quistionare quanto anche più ampiamente s' estenda, e a molt' altre meteore, e a molti sotterranei fenomeni, e forse a fenomeni appartenenti alla connessione, e sistema dell'universo tutto l'elettricismo naturale.

CAPO

di Svezia in una lettera, in cui espone l' eccellenza della campana inventata dal Dottore Edmondo Halley, entro la quale si può liberamente scendere, e vivere sott' acqua, con sceltissimi, ed accurati sperimenti fa vedere, che se essa campana si cali in acqua lentamente, rinovandone ogni tanto l'aria, l'uomo, che v' è dentro non soffre alcun incomodo; perchè in tal caso l' uomo per i polmoni respira, e comparte al sangue un' aria più densa, che possa equilibrarsi colla somma delle pressioni dell' atmosfera, e dell' acqua; ma, che se la campana si lasci precipitare tutto ad un colpo per l' altezza d' una tesa in circa, nel qual caso s' accresce la pressione sul corpo dell'uomo un quinto in circa della pressione dell' atmosfera; allora l'uomo soffre sul suo corpo una pressione intolerabile, sicchè getta sangue per il naso, e per gli orecchi. Ora un istantaneo scemamento della pressione, la quale fa l' atmosfera sul corpo d'un uomo, egualmente che un istantaneo accrescimento della pressione medesima, è opposto all' equilibrio del fluido elastico interiore all' uomo, e dell' esteriore atmosfera; se dunque l'accrescimento d'una quinta parte di pressione fa sì strani effetti, lo scemamento di parte molto maggiore della pression medesima, che molto più rapidamente cagioni la folgore, dovrà certamente produrre effetti molto più funesti.

(a) La flaccidezza de' polmoni ne' fulminati, ed altri simili effetti cagionati da una repentina mancanza d'aria possono anco dipendere da altra cagione. Un istantaneo eccitamento di fumo, che faccia la folgore da parti zolforose, o sparse per l'atmosfera, ovvero appartenenti ad alcun corpo fulminato dee in istante fissar l'aria vicina. E questa fissazione può produrre un effetto simile alla diradazione.

CAPO VII.

In che si ricerca; I. se l'eletttricismo naturale influisca nel produrre i Tifoni, o Trombe di mare; II. se da esso dipendano le Aurore boreali, e altre Meteore lucenti; III. se per esso vogliansi ispiegare i Tremuoti, e Vulcani, e i fulmini, che scoppiano entro le miniere. IV. Se si debba sospettare, che la coesione de' corpi, e la universale gravità abbiano con esso alcuna connessione ec.

621. LA opinione, che i Tifoni, e Trombe di mare sieno prodotte dall'urto di venti contrari, quanto ella è comune, altrettanto è poco conforme all'osservazione.

622. L'anno 1747. navigando io da Livorno a Oneglia tra le due, e le quattr'ore dopo mezzo giorno dei 29. Agosto ne comparvero molte Trombe. Alcuno de' marinai nè contò dieciotto. In tutto quel tempo il mare fu in una gran calma, e l'unica vela, che era spiegata sventolava, come è solito in tal tempo.

623. L'Istoria dell' Accademia delle scienze di Parigi all'anno 1741. riporta di una Tromba, che comparve sul lago di Ginevra, che si formò restando sempre l'aria calma, e tranquilla *(a)*.

624.

(a) Inoltre il Signor Gordon nelle Transazioni Anglicane si fa meraviglia d'avere visto una Tromba in tempo freddo, ed insieme ventoso; e dice averne veduto varie nel mare mediterraneo, e quelle per lo più in tempo di una perfettissima calma; racconta bensì lo stesso di una, che ha osservato soffiando un vento fresco, e freddo a grecale; essendo similmente

624. Onde inferisco, che il conflitto de' venti non è la vera cagione de' Tifoni, e Trombe di mare.

625. E per congetturarne con alcun fondamento quanto ne ha indotto a pensare della origine loro alcun fenomeno dell' artificiale elettricismo, fa dimestieri ricorrere ad una serie delle più accurate osservazioni, che in questa materia ci somministrano i Fisici, e da queste ricavare quelle proprietà, che per comune consentimento loro convengono, e quelle confrontare colle proprietà del fenomeno elettrico, che sembra ne suggerisca di quelle la vera cagione.

626. I. Nel formarsi le Trombe, si vede nel luogo del mare, su cui pendono, una specie di bollimento d' acqua, che si solleva sul livello dell' altr'acqua all' altezza d' uno, due, od anche più piedi. Questo monticello d' acqua d' ordinario compare di color biancastro; ed al di sopra vi si vede una specie di fumo nero un po denso, di maniera che quel monticello rassomiglia un mucchio di paglia, cui siasi dato fuoco: ma che cominci soltanto a fumare (a).

mente a grecale ne ha viste diverse il Dottore Stuart: ma niuno di questi fa parola d' alcun vento opposto, che con quello urtando, possa favorire la suddetta opinione.

(a) Questo ha costantemente osservato Tevenot (vedi il suo viaggio, di levante) in diverse Trombe di mare, che ha visto nel golfo della Persia tra l' Isole Quesomo, Larera, e Ormus. Lo stesso con le stesse circostanze dice d' aver visto in molte Trombe, di che dà un esatta relazione il Gentile nel suo viaggio intorno al mondo. M. Shavv tom. 2 pag. 56. discorrendo delle Trombe, che egli ha avuto occasione di vedere, dice d' aver visto lo stesso sollevamento dell' acqua di mare. Il Signor Gordon descrivendo la Tromba da se osservata nelle Dunes dice, che quella parte del mare, la quale era per l' appunto sotto la Tromba spruzzò all'insù dell'acqua ad un'altezza considerabile. Il Dottore Stuart delle diverse Trombe, che osservò navigando sulla costa di Barberia a Settentrione della Città di Bona afferma, che ci fu sempre un ribollimento grande, ed uno scaturimento d' acqua all' insù; o che piuttosto questo andare all' insù dell'acqua rassomigliavasi al fumare d' un camino in una molto calma giornata; e che al di sopra della super-

627. II. Quelli, che hanno osservato le Trombe assai da vicino dicono, che nel luogo in che si solleva l' acqua del mare si sente del romore (*a*).

628. III. Nel descrivere la figura del corpo delle Trombe tutti gli Autori fin quì citati consentono, comparire esse somiglianti alle Trombe a suono, che stieno penzoloni colla parte più larga appesa alla nuvola, di cui sono una continuazione.

629. IV. In quanto alla grossezza ella è varia anzi spesso cambia nella medesima Tromba (*b*).

630. V. Il color delle Trombe ad alcuni è comparso biancastro, ad altri negroncio (*c*).

631. VI. La direzione delle Trombe per lo più è perpendicolare alla superficie del mare; non mancano però esempi d' alcune, che

superficie del mare l' acqua se ne stava come una colonna, e poi spandevasi, e dissipavasi come fumo, e la Tromba a foggia di spada dalle nuvole veniva giù nel vero centro della colonna. *Si vedano le Transazioni compendiate da Lowtorp*.

(*a*) Il Tevenot paragona questo romore a quello d' un torrente, che corre con molta violenza in un profondo vallone, ma dice, che esso era accompagnato da un altro assai più chiaro somigliante ad un forte fischio di Serpente. Il Gentile nel suo viaggio intorno al mondo descrivendo sei trombe, che gli comparvero in distanza d' un quarto di lega dice, che si formarono con un romore sordo somigliante a quello, che fa l' acqua colando in canali sotterranei, che questo s' accrebbe a poco a poco, e rassomigliava al fischio, che fanno i cordaggi d' un vascello, quando vi si mischia un vento impetuoso.

[*b*] Le tre prime Trombe osservate da Tevenot da principio comparivano tutte e tre grosse come il dito, eccetto che verso la nuvola, ove si allargavano. Ma poi una di queste acquistò la grossezza d' un braccio, dopo d' una gamba, finalmente d' un tronco d' un albero, che un uomo possa abbracciare. Una delle molte, che io ho osservate, mi comparve d' una grossezza simile. Il Gentile delle Trombe da se osservate dice, che scemavano di diametro a misura, che le nuvole s' inalzavano, e che s' ingrossavano a misura, che le nuvole s' abbassavano.

(*c*) Tevenot delle sue Trombe dice, che gli parvero altrettanti canali bianchi. Lo stesso asserisce della tromba, che ha osservata nelle

Dunes

che sono comparse oblique, e d'alcune quasi piegate in un arco di curva.

632. VII. La durata è varia. Molte appena, formate, spariscono. Non trovò, chi dica, che una Tromba abbia durato un'ora. Per altro talora svaniscono, poi rinascono nell'istesso luogo dall' istessa nuvola.

633. VIII. Il tempo, in cui compaiono le Trombe, comunemente è ne' mesi sogetti a temporali. Non per tanto quella, che osservò il signor Gordon nelle Dunes comparve verso il fine di Marzo in una giornata fredda.

634. IX. Per l'ordinario le Trombe sono precedute, o accompagnate, o seguite da lampi, pioggia dirotta, o gragnuola (*a*).

635. X. La maniera, con che finiscono esse Trombe, è anche essa molto conforme al nostro intento. Molti osservatori altro non dicono se non se, che in un subito spariscono. Il Gordon della sua Tromba dice, che il di lei corpo velocemente si contrasse, e disparve. Il Dottore Stuart esprime il finir delle Trombe da lui osservate con dire, che si rompevano in mezzo, e sparivano. M. Tevenot d' una delle Trombe, che vide nel

Dunes il Signor Gordon. Per l'opposto il Signor Stuart dice delle sue Trombe, che erano assai nere, com' anche le nuvole, da cui cadevano; e similmente il Signor Pryme della Tromba da se osservata nella Provincia di Yorch dice, che somigliava ad un cannello nero.

(*a*) Il Dottore Stuart osserva, che la sera, avanti che vedesse le Trombe sulla costa di Barbaria, poco dopo il tramontar del Sole, si videro a grecale continui lampeggiamenti fitti fitti l'uno dopo l'altro; che il dì seguente, circa le quattr' ore prima di mezzo giorno, si rinovarono i lampi con tuoni; che un'ora dopo caddero dalle nuvole tre Trombe, e che piobbe assai nel tempo, che durarono queste trombe. L'istoria dell'Accademia di Parigi all'anno 1725. riporta, che da una Tromba, la quale comparve tra Puissergier, e Capestan, cadde una quantità di gragnuola. Nell'orribile temporale accaduto in Venezia a' 26. Maggio dell'anno scorso (551), avanti che cadessero i fulmini, di che sopra abbiamo parlato, comparvero diverse Trombe, alcuna delle quali colpì, ed uccise qualche pescatore.

golfo della Persia dice, che la vide a ristringersi, e impicciolirsi; l'acqua del mare, che di sotto s' era sollevata, abbassarsi, separarsi da questa l' estremità del corpo della Tromba, e che così la perdette di vista.

636. XI. Degli effetti ruinosi di queste Trombe osservate in mare non ne trovo relazione assai distinta; Forse avrebbe ben potuto ricavarsi alcuna particolare, e determinata cognizione da una diligente osservazione del cadavere del pescatore, che in Venezia si dice fosse ucciso da una Tromba (633 *nota*). Atteniamoci a quanto si sa delle Trombe comparse in terra. Il chiarissimo Sperimentatore Pietro Van Musschenbroek ne ha visto una a passare sulla Città di Leiden. Questa sradicò, e gettò molto lungi de' grossi, e robusti alberi, che avevano più di cent' anni; rovesciò delle facciate di case, de' tetti, e de' camini. Un grosso perno di ferro, che era su d'una torre fu sforzato, e la banderola di metallo, che intorno ad esso si aggirava si trovò ripiegata. Le parti acquose della Tromba, che ne scolavano, formavano una specie di diluvio, le di cui acque scorrevano con una velocità sorprendente, e facevano un rumore sì orribile, che si sarebbe creduto di sentire un centinaio di carri a scorrere sulla selciata della strada ec. Il D. Rischardson, nelle Transazioni Anglicane racconta d'una Tromba, che comparve sopra Emotmore vicino Coln nella Provincia di Lancastria, che avea sbranato via il terreno fino allo scoglio, che era una profondità di tre braccia e mezzo, e fattovi un profondo golfo per il tratto di più di mezzo miglio, e avea gran monti di terra scagliati dall'una, e dall' altra banda, restandone alcuni pezzi interi di dieci braccia di dimensione, e grossi tre braccia e mezzo; che quasi dieci gran campi di terreno erano stati distrutti dal diluvio d'acqua, che n' era caduta ec.

637. *Questione*. Questi sono i caratteri delle Trombe, che m'è riuscito ricavare dalle più accurate osservazioni. Vediamo se l' elettricismo naturale abbia alcuna parte nella cagione loro. Esaminiamo, se il debole elettricismo artificiale ne possa somministrare alcuna piccolissima immagine. Appicco una spranghetta di

ferro

ferro alla catena elettrica. Alla estremità di quella, che è troncata, e piana, faccio, che vi resti appesa alcuna goccia d'acqua assai grossa. Sotto la spranghetta pongo un bacile pieno d'acqua, sicchè la superficie di questa resta in distanza d'un pollice in circa dalla goccia penzolone dalla spranghetta; ed osservo i seguenti fenomeni.

638. I. Nell'istante che s'elettrizza la catena, la goccia d'acqua s'allunga, e piglia la figura d'una piccola Tromba, appunto secondo che ne danno idea gli osservatori (628).

639. II. L'acqua del bacile si solleva alcun poco sotto l'asse della Tromba medesima; sicchè pare, che quest'acqua sollevata possa rappresentare il monticello d'acqua osservato sotto il corpo delle Trombe (626).

640. III. Per l'acqua allungata a guisa di Tromba scoppiano continue scintille, e talora vi si mischia il cigolamento elettrico, che danno in piccolo alcuna idea del romore, e fischio, che si sente nel luogo delle Trombe del mare (627).

641. IV. La grossezza di queste piccole Trombe artificiali varia secondo la diversa forza dell'elettricismo; e, se si solleva alcun poco la spranghetta, s'allungano, ed assottigliano; come il Gentile ha osservato nelle Trombe del mare (629 *nota*).

642. V. Nello stesso modo quelle, e queste spariscono. Che alcuno tocchi la catena, da cui pende la spranghetta colla piccola Tromba, essa velocemente si contrae, e sparisce, e l'acqua del bacile s'abbassa.

643. VI. S'aggiunga alla conformità di questi caratteri la qualità de' nuvoli, che producono le Trombe di mare. Essi, come abbiam veduto (634), sono attualmente elettrici.

644. *Questione*. Dunque le Trombe di mare, di che il debolissimo elettricismo, che possiamo coll'arte eccitare, ne somministra in una goccia d'acqua un'immagine piccola in vero, ma sì somigliante, quanto può somigliare l'effetto prodotto da una cagione piccola all'effetto di una cagione infinitamente più grande,

non sarebbono esse prodotte dall' elettricismo naturale, che s' osserva ne' nuvoli, che le producono?

645. Vedo bene, che le Trombe in mare nè hanno la spranga, che le sostenga, nè il ruotamento, e stroppicciamento del vetro, che le conservi. Vedo, che le piccole Trombe artificiali nè fanno fumare l' acqua del bacile, nè producono gli altri stranissimi effetti, che cagionano le Trombe del mare.

646. Ma tutto questo secondo Libro dichiara assai manifestamente, che la natura per elettrizzare i nuvoli, e produrre in essi i fenomeni dell' elettricismo artificiale non ha di bisogno nè di spranghe, nè di vetri ec., siccom' anche manifesta, essere possibili per il violentissimo elettricismo naturale moltissimi effetti, di che coll' artificiale può appena darsi alcun esempio, od immagine. Così appena è osservabile l' evaporazione de' liquori, che si produce per le scintille elettriche; eppure i colpi d' una folgore votano in istante gran vasi de' liquori contenuti; e appena in sottili, e strette foglie è osservabile lo scioglimento de' metalli, che produce la scintilla elettrica; e intanto una folgore scioglie, e distrugge corpi metallici di gran dimensione.

647. Anzi, se pongasi mente ad alcuni effetti prodotti dalla Tromba osservata dal D. Rischardson, sembra assai probabile, che non ad altro si debbano attribuire, che alla violenza dell' Elettricismo naturale, sebbene l' artificiale non ne dia alcuna assai compita immagine. Imperocchè i gran monti di terra scagliati dall' una, e l' altra banda del profondo golso scavato fino allo scoglio, e i gran pezzi di essa terra grossi più braccia, che restavano interi, certamente non sono effetti del diluvio d' acqua, ch' abbia con quantunque impeto versato la Tromba; che la forza dell' acqua cadente può bene, ove percuote, scavarsi un sentiero alquanto profondo, ma non rigettare all' in su sull' orlo d' esso sentiero interi i gran pezzi di terra (552). Pare, che questo effetto si debba piuttosto attribuire ad una forza, che penetrando dalla Tromba in terra, abbia operato trallo scoglio, e la terra con opposta dire-

direzione con colpi assai ampi, ed uniti, e con incredibile velocità. E questa appunto è la maniera, con che vediamo, che operano in piccolo le scintille elettriche, che eccitiamo coll'arte, le quali le parti de' corpi, che attraversano, e in che trovano resistenza, squarciano, e rigettano con somma velocità, e con opposte direzioni. Lo stesso probabilmente si dee dire degli alberi sradicati, e gettati a gran distanza dalla Tromba osservata da Muschenbroeckio.

648. Dunque v'è alcun grado di probabilità, che le Trombe di mare e accadano in nuvole fortemente elettriche, e sieno prodotte dall'eccessivo loro vapore, che, come dee avvenire in simili nuvole assai vicine alla superficie del mare, o della terra, si sforzi di spandersi con incredibile forza, e per punta, giusta il suo genio (636), e sì la nuvola verso il suolo ne aguzzi in una lunga, ed acuta coda, e per essa collo strepito di continui colpi elettrici i corpi, che incontra, squarci, rigetti, rovini.

649. Che se sia vero quanto intorno ad esse Trombe dice, e pratica il volgo de' Marinai: che presentando ad esse, quando arrivano in gran vicinanza, la punta d'un coltello, talora spariscano in istante; non v'ha più che dubitare della perfetta analogia delle Trombe di mare colle piccole Trombe artificiali, che otteniamo coll'elettricismo artificiale.

650. In occasione delle molte Trombe, che ho io osservate navigando da Livorno verso Oneglia, alcun Marinaio ha fatto menzione di questa maniera di liberarsi dalle Trombe, che essi chiamavano *tagliar le code*. Il chiarissimo Sig. D. Donati Professore di Botanica in quest'Università m'ha procacciato questa notizia, che i Dalmatini, e Turchi tra le altre cose, che adoperano contro le Trombe, e che quì non accade mentovare, hanno anche quest'uso di presentare loro la punta d'un coltello. Tutti i Marinai a quest'atto, di che parliamo, mescolano alcuna cosa superstiziosa, e conseguentemente empia, e vana. Per quello che appartiene all'atto suddetto, che quì noi unicamente consideriamo,

mo, alcuni dicono, che non ne hanno provato alcun vantaggio. Altri asserifcono l'oppofto. Alcuno de Marinai della barca, fu cui io navigava, quando ne comparvero le Trombe (622), dopo paffato il pericolo diffe, che più volte avea egli fteffo tagliate le code, come effo le chiamava, e che il fatto era ficuro. Un Mercante uomo di buona fede ha raccontato a molti, che me l'hanno tutti riportato nell' iftefsa maniera, il fatto feguente; che navigando egli nel mar di Genova, comparve, e s'avvicinò alla barca una Tromba; che il padrone della barca fattofi recare certo coltello aguzzo, ad effa ne prefentò la punta, che effa in iftante fi raccorciò, fi raccolfe, e fparve.

651. Quefto poffo io afficurare, e può efperimentare ognuno a piacimento, che fe prefento la punta d'un ago alla piccola Tromba artificiale, effa immantinente s'accorcia, e finifce.

652. *Queftione*. Non bafterebbe forfe talora la punta del coltello a difperdere l'elettricifmo, che foffe la cagione della Tromba naturale, e sì farla fparire, come è fufficiente l'ago ad afforbire l'elettricifmo della piccola Tromba artificiale (*a*)? Alcun accidente avvertito a cafo, febben non intefo, non avrebbe potuto introdurre quefto univerfale ufo (649)? L'ignoranza non avrebbe aggiunta all'ufo medefimo la fuperftizione? La quiftione può parere piena d'ardimento: ma s'avverta, che quì nulla fi diffinifce, folo fi ricerca; e che non fi cerca mai abbaftanza, quando fi

(*a*) Se l'elettricifmo naturale fia, come pare affai probabile, la cagione delle Trombe, il fatto talora non farebbe impoffibile; che hannovi Trombe di diverfiffima dimenfione, e forfe che talora bafterebbe ad involare ad alcuna l'elettricifmo, e a diftruggerla alcuna punta metallica. Parrà forfe, che l'acqua del mare debba effa afforbire più fortemente che il coltello l'elettricifmo della Tromba. Rifpondo, che l'acqua del bacile, anzi che diftruggere, pare, che alimenti la piccola Tromba artificiale, la quale ceffa in iftante prefentandole l'ago. E' ben diverfa la maniera, e forza, con che il vapor elettrico ne' metalli fi diffonde, e nell' acqua (cap. VI lib. I).

ſi tratta d'alcuna coſa, che poſſa influire in vantaggio dell' umana ſocietà. E almen queſto vantaggio ſpero riportare da queſta ricerca; che di quì innanzi ſi oſſerveranno le Trombe con altre viſte, che finora non s' avevano (*a*).

653. *Queſtione.* E probabilmente non ſolo in queſta, ma ancora in altre meteore acquoſe, che meno d' orrore ne apportano, e di pericolo, forſeanche in quelle, che arrecano e la temperie, e la fecondità alla terra, influiſce il naturale elettriciſmo. Di ſopra abbiamo accennato, come ſi poſſa congetturare, che eſſo influiſca nella gragnuola (536). Forſe che ſimilmente un elettriciſmo meno ſenſibile, e diffuſo equabilmente nelle nuvuole forma i fiocchi della neve; che alcuna coſa di ſimile a quel, che abbiamo ſoſpettato della gragnuola, cioè, che ſi formi da' nuvoli fortemente elettrici, i quali attragano rapidamente i ſali ſparſi per l'atmosfera, pare che s' oſſervi ne' tempi nevoſi. Infatti, mentre il tempo ſi diſpone a nevigare, avviene coſtantemente, che ſi mitiga il rigore del freddo; e ciò probabilmente perchè allora i nuvoli elettrici involano da terra gran parte di que' ſali, che eccitano la

E e ſen-

(*a*) Oltre i caratteri fin quì mentovati altri ancora ſono ſtati oſſervati nelle Trombe di mare, che ſi ſcorgono nelle piccole Trombe. Così il Guglielmini nel libro degli zolfi dice, che vi s'oſſerva l'aſſe di fuoco, e appunto nelle piccole Trombe la ſcintilla, che per eſſe all' acqua del bacile ſaltellando traſcorre, ci fa vedere a brillare per il loro aſſe una luce, che partecipa del bianco, e del giallo aſſai slavato. L' occhio non può diſtinguerne la direzione per la ſomma velocità di lei; e ſi giudica, che il moto ſia all' insù, o all' ingiù non ſecondo che ſi vede, ma ſecondo che s' apprende. Non ſarebbe queſto vapor elettrico, che ſaltelli pe'Tifoni, che ne abbia fatto dire, che eſſi hanno l' aſſe di fuoco? Lo ſteſſo oſſervato da maggior diſtanza non avrebbe ad alcuni fatto credere d'aver veduto l'acqua tutta biancheggiante ſalire lungo l'aſſe medeſimo con ſomma rapidità? E non avverrebbe talora, che i fumi dell' acqua di mare molto alto ſi ſollevaſſero intorno a' Tifoni, vi coſtituiſſero in giro una ſpecie di atmosfera aſſai denſa, onde talvolta nero, ed oſcuro ne compariſſe il loro corpo?

fensazione del freddo, e che s'impiegano per essi nella produzione della neve. E universalmente, se l'evaporazione de' liquori, e il ritorno de' vapori alla primiera loro densità, e condizione si debbano almeno in parte attribuire alle vicende del vapor elettrico (421 ec.); ognun vede, come oltra le mentovate meteore acquose, le altre ancora, quali sono le nebbie, i nuvoli, le pioggie, le ruggiade ec., debbano avere con esso una strettissima connessione.

654. Ne paia strano, che ad una medesima sostanza possano convenire tante fonzioni, tanto diverse e nella qualità, e nella quantità. Cesserà ogni maraviglia, se si consideri e l'universale diffusione di lei, e le diverse maniere, con che, osservando sempre la medesima universalissima legge, opera in corpi diversi e secondo la diversa sua quantità, e secondo la diversa loro natura (Lib. I.). E si vedrà, che lo stesso vapore, il quale concorre alla vegetazione delle piante, e le fulmina; può e desolare le campagne colla gragnuola, e fecondarle con la pioggia, e con la rugiada.

655. Ma la varietà delle fonzioni, che congetturiamo eseguirsi per il vapore elettrico, nelle meteore acquose, più chiaramente si scorge nelle innocentissime lucenti meteore. Certamente tra quante spiegazioni m'è occorso finora vedere dell'Aurore boreali quella, che dall'ineguale elettricismo di vapori sollevati da' diversi luoghi del globo terraqueo diduce Franklin, mi pare, e la più semplice, e la più conveniente a' fenomeni, che s'osservano in sì maravigliosa meteora. „ L'aria, dic'egli, tra i tropici rarefatta dal „ sole s' innalza; l'aria di settentrione, e mezzodì più densa preme contro quella. Quell'aria così rarefatta sforzata a salire si spande verso settentrione, e verso mezzodì . . . Allora che l'aria „ co' suoi vapori alzati dall' oceano tra i tropici, arriva a discendere nelle regioni polari, e ad essere in contatto co' vapori, che „ vi sono sollevati, il fuoco elettrico, che quelli trasportano seco, „ comincia a comunicarsi, e si fa vedere nelle notti belle cominciando a manifestarsi, dove comincia a muoversi, cioè dove comincia „ il contatto, cioè nelle regioni più settentrionali, e per fino ver-

„ so lo zenit delle contrade settentrionali: ma avvegnachè la luce paia slanciarsi da settentrione verso mezzodì, il progresso del fuoco è realmente da mezzodì verso settentrione. Il suo movimento comincia a settentrione; ed ecco, perchè comincia a vedersi verso settentrione.

656. Non m'estenderò molto in questa materia, che per se sola esigerebbe un ben lungo trattato; accennerò solo alcune osservazioni, che paiono attissime a confermare la spiegazione suddetta.

657. *Questione*. I. La luce, che lasciano nel loro sentiero le navi, che navigano ne' mari dell'India (*a*) non proverebbe un maggior elettrizzamento eccitato in quell'acque, che in altre de' mari più settentrionali? II. Le furiosissime tempeste, che producono

Ee 2

(*a*) Si veda la relazione, che dà di questa luce il P. Bourgez nel saggio delle Transazioni compendiate da Lovvtorp dato dal Cavaliere Derehan tom. III. So bene comparire simile luce altrove ancora. Così nel 1707. navigando io da Savona a Livorno avvenne, che una corda, con che la nostra barca era raccomandata, e veleggiava di accordo con un'altra barca, ogni volta che batteva l'acqua, secondo tutta la lunghezza splendeva, e dava una luce veramente elettrica. So inoltre, che il diligente Vianelli da Chioggia ne ha esso il primo fatti divisare gl'insetti, che nella Lagune di Venezia eccitano di notte una simile luce. Ma dalla relazione del P. Bourgez pare ne risulti; I. che nell'Oceano tale luce sia oltre modo frequente, e viva; II. che non debbasi altrimenti attribuire a simili insetti. E poichè di questi animaletti lucenti ne è quì occorso di parlare, mi si permetta di soggiungere un altro pensiero, che può recar alcun lume ad altre questioni, che ho proposto altrove. Abbiam sospettato, che il vapor elettrico concorra a far molte fonzioni negli animali (cap. VII lib. I); quella luce di fosforo, che brilla in certe parti d'alcuni insetti, e che in alcuni non si fa vedere, che alternativamente in certo alternativo movimento del loro corpicciuolo, non ne mostrerebbe in essi e l'esistenza, e generalmente alcun azione del vapore suddetto? E questo vapore, che probabilmente esiste, ed opera in tutti gli animali, non renderebbesi solo visibile in quelli, che avessero alcune parti diafane, e in che si potesse esso scorgere, mentre si vibra attraverso ad esse parti meno elettriche per comunicazione, come scorgesi a lucere similmente il rado vapore, che attraversa un sottile strato d'acqna?

no all' improvviſo in que'mari alcune nuvole, che per altro ſi chiamano occhi di bove per la ſomma loro picciolezza (*a*) non proverebbono uno ſtraordinario, e particolare elettriciſmo de'vapori, che s' alzano da que' mari? III. Verſo tramontana nel luogo dell' Aurore boreali compare una nuvola, che di raro s'alza [per riſpetto a Leiden (*b*)] 40. gradi ſopra l'orizzonte. Non ſarebbe queſta la maſſa de' vapori, che s'alzano da' luoghi più ſettentrionali, e in che debbono diffondere il loro eccesso i vapori più elettrici provegnenti da mezzo giorno? IV. La nuvola biancheggia, e riluce nel ſuo lembo ſuperiore. Non dovrebbe quì appunto cominciar a ſplendere la nuvola, ove ſi fa il contatto de' vapori inegualmente elettrici? V. Poichè l'Aurora ha durato alcun tempo, anche la parte oſcura della nuvola diventa bianca, e luminoſa. Non procederebbe queſto dall' ecceſſivo vapore, che entro eſſa aſſai ampiamente ſi foſſe diffuſo? VI. Talora dopo eſſere diventata tutta luminoſa, ritorna ad oſcurarſi. Non dovrebbe queſto neceſſariamente avvenire, quando la nuvola aveſſe diſperduto in altre nuvole, che reſtaſſero ſotto il riſpettivo orizzonte, il vapor ricevuto? VII. Il cielo brilla ogni tanto ſul lembo ſuperiore della nuvola, e queſta luce s'eſtende per fino a' 15. gradi. Non ſono elleno queſte le correnti del vapore elettrico, che ſi ſcarica, e muove attraverſo all' aria dagli aliti

(*a*) Si veda coſa dice di queſti nuvoli M. Buffon nella ſua Iſtoria naturale tom. II. art. XV.

(*b*) Ho avuto occaſione d' oſſervare diverſe Aurore boreali. Anche l' autunno proſſimamente paſſato ne ho oſſervate delle meno lucenti per tutto il meſe di Settembre, e d' Ottobre. Non pertanto quì mi prevalgo de' caratteri, che ha in èſſe oſſervati il chiariſſimo Pietro Van Muſchenbroekio, di cui non ſo altri, che ne abbia oſſervati o in maggior numero, o con maggior diligenza. Queſto Fiſico non avea in viſta l' elettriciſmo in ſimili oſſervazioni. Per conſeguenza ſono elleno meno ſoggette a' ſcherzi dell' imaginazione. Onde il confronto di eſſe colla teoría di Franklin mi pare più atto ad avvalorare la mia queſtione. Si veda il ſecondo tomo della Fiſica di eſſo pag. 838., e ſeguenti.

aliti procedenti da mezzodì, verso la nuvola settentrionale? VIII. Non sono le correnti medesime, ma più copiose, che producono que' diversi zampilli di luce assai risplendenti, che sono più ampi verso mezzodì, onde partono, e verso i punti rispettivamente più vicini della nuvola settentrionale, donde comincia il loro moto si ristringono, e condensano? IX. Allora quando i zampilli di luce si slanciano fuori della nuvola, si vede dal medesimo luogo muoversi della materia, che rassomiglia al fumo, e questo fumo è subitamente seguito da una materia più ardente. Nè di questo pare, che manchi o la ragione nell' ipotesi accennata, o l' immagine nell'elettricismo artificiale. All' atmosfera di fumo resinoso, che attornia un corpo elettrizzato (cap. III lib. I) presento la punta d' un ago; questo ne invola istantaneamente il vapore elettrico; e in tanto il fumo fugge alla parte opposta del corpo suddetto, donde accorre nuovo vapore. Similmente avvicinandosi gli aliti australi a' settentrionali, comunicano ad essi il loro vapore, e quelli ricedono verso mezzodì, donde altro vapore sopraggiunge. X. Questa materia luminosa è slanciata con una stupenda rapidità. Qual cosa più rapida del vapor elettrico? XI. Alcune colonne luminose arrivano talora a splendere continuamente (ma questo avviene di raro) per dieci, o venti secondi. Il vapor elettrico, che scorra lungo ad una corda bagnata, adoperata come catena, non dura esso a lucere quanto si voglia? Una diffusione di materia elettrica continuata per alcun tempo da nuovi vapori, che sopraggiungono continuamente dalla zona torrida, non dee essa far continuare l' apparenza delle suddette colonne? XII. Alcune colonne sono perpendicolari all' orizzonte; altre s'incurvano a foggia d' arco; altre si slanciano da' centri della nuvola; elleno sono di differenti lunghezze; alcune non s' alzano che 4., o 5. gradi fuor della nuvola; alcune si slanciano fin oltre allo zenit, e arrivano fino all'orizzonte australe; altre si scagliano lateralmente. Ora non dallo zenit solo, ma da tutta la zona torrida avvi ragione, perchè i vapori eccessivamente elettrici si

dif-

diffondano verſo i vapori ſettentrionali; potranno dunque, e lateralmente apparire, e in un cerchio verticale le mentovate colonne; e la lunghezza apparente delle colonne ſarà proporzionale all'angolo, ſotto che ſi vedono i limiti delle ſtriſcie de' vapori, che ſeparatamente, e ſucceſſivamente apportano nuova materia elettrica; che mentre ſcorre lungo eſſe ſtriſcie la detta materia, e ſi diffonde, allora ſolamente compare (174 ec.). Arriva una nuvoletta di vapori aſſai piccola? Ecco una piccola colonna di luce; è ella aſſai ampia, e comunica con una ſerie di vapori aſſai ampiamente eſteſa verſo mezzo giorno? Ecco la colonna, che luce fin verſo lo zenit, od anche verſo l'orizzonte oppoſto. Si eſtende quella con qualche declinazione verſo levante, o verſo ponente? E le colonne ſplendono con una ſimile declinazione verſo l'una, o l'altra ſpiaggia. Scendono i vapori auſtrali da una parte aſſai alta dell'atmosfera verſo la nuvola ſettentrionale? Ecco le colonne verticali all'Orizzonte. XIII. Ma e perchè colonne, archi, corone, cupole lucenti ec.? Perchè più ſi riſtringono queſti rami di luce nella parte più vicina alla nuvola ſettentrionale? Abbiam provato queſta eſſere la proprietà della materia elettrica, che ſi diffonde per punta (184 ec.). Arrivi una nuvoletta di vapori auſtrali verſo la nuvola ſettentrionale, quella ſi allungherà, e per una, o più punte, ſecondo che eſigerà la figura di lei, compartirà il ſuo vapore; quindi compariranno o colonne, od archi di luce, e lo ſcapo delle colonne ſarà più minuto verſo la nuvola ſettentrionale. Che arrivi una maſſa di vapori auſtrali nell'alto dell'atmosfera ad eſſere verticale a' vapori ſettentrionali meno elettrici, la materia elettrica da'limiti di quell'ammaſſamento colerà verſo queſti, e potrà rappreſentare e cupole, e corone lucenti, e tant'altri ſcherzi, quante ſono le poſſibili modificazioni, che e nella figura, e nella quantità, e nell'eſtenſione, e nell'intenſità d'elettriciſmo potranno avere le diverſe correnti de'ſuddetti vapori auſtrali. XIV. Della luce appena accade parlare. Non v'ha chi abbia oſſervata la luce elettrica nel voto, che

non

non vi scorga una somiglianza colle colonne lucenti dell'Aurora boreale, che accadono attraverso all'atmosfera più alta ne'luoghi dell'aria meno densa. XV. E forse per questo motivo ordinariamente nè scoppia, nè fischia il vapor elettrico dell'Aurore boreali, che accadono esse nell'aria assai alta, e rara, che non riceve, e tramanda le necessarie vibrazioni (*a*). Per altro nell'aurore più ardenti, e che secondo l'osservazioni pare s'estendano a'luoghi più bassi dell'atmosfera, non mancano esempi di sibili, e detonazioni, che anche in questa proprietà dichiarano la elettrica loro natura (*b*).

658.

(*a*) In altro modo ancora può accadere la propagazione dell'elettricismo senza romore, cioè se si propaghi per una serie di corpi qualunque elettrici per comunicazione, senza che sia obbligato ad attraversar l'aria. Così se s'intenda, che i vapori australi, pe'quali si diffonde la materia elettrica sieno continui, ed uniti alla nuvola, in che la diffondono, scorrerà detta materia, luceranno i vapori, ma però non accaderà alcun romore.

(*b*) Sì fatti esempi arreca il Signor Mairan nel suo libro dell'Aurora; egli in vero attribuisce queste cose ad illusione, vuole che questi romori provenissero dalle voci, dal moto degli abitanti delle Città, da' soffi de' venti, dall'agitazione delle foglie degl'alberi. Ma sentiamo cosa risponde al Mairan il celebre, e dottissimo Signor Abate Conti: „ Io „ posso assicurarlo, che niuna di queste cose cagionò il fischio, lo sibi„ lo, e talora le detonazioni dell'Aurora boreale di Londa. Io la vidi „ comodamente su una terrazza . . . e meco v'erano molti, a cui po„ co piaceva il romore di que'razzi volanti . . . Io non posso concepire, „ come potesse udirsi tanto strepito, che talora degenerava in detonazione, „ in ipotesi, che la materia, la quale ardeva, e scoppiava, fosse 72. le„ ghe, ed ancora più alta „. Questo valentissimo Italiano in una disertazione sull'Aurore boreali composta nell'anno 1743., e stampata nel primo tomo delle sue prose, e poesie avea già molto a lungo ragionato sull'analogia delle Aurore boreali colla materia elettrica, e conchiudeva prevedendo ciò, che pare siasi ormai ottenuto. „ Un'istoria più esatta dell'Aurore borea„ li, ed esperienze più circostanziate su i corpi elettrici, e su i fosfori „ confermeranno forse un giorno le idee da me abbozzate.

658. Ma non faremmo mai fine, se tutte ad una ad una le particolarità osservate nell'Aurore boreali volessi adattare al sistema poc'anzi esposto. Può ognuno per se stesso vederne il consentimento di quelle con queste (*a*). Passerò io ad accennare di passaggio quanto di altre meteore lucenti ha pensato il Musschenbroekio: Egli dopo avere riportato i diversi nomi di travi, freccie, torce, capre saltanti, antri, boti, con che giusta la diversa figura divisavano gli antichi le diverse luci apparenti nell'atmosfera, le riduce tutte alla natura delle Aurore boreali; I. per la natura della loro luce, II. perchè o si vedono in settentrione, ovvero ne vengono; III. perchè alcune delle nuvole, che rappresentano sì fatti fenomeni, dopo aver sparsa una luce tranquilla gettano delle colonne, come fanno l'Aurore boreali; IV. per la rarità di esse nuvole, attraverso alle quali compaiono le stelle assai lucenti (*b*).

659. Il Signor Abbate Conti nella dissertazione dell'Aurore boreali anche con più acuta, e vasta comprensione avea ridotto ad una medesima materia, che non differisse dall'elettrica, e i fulmini, e l'aurore, e le meteore lucenti, e i fuochi di S. Elmo, e i fuochi fatui, e le fiammelle viste intorno a capegli de' bambini, e volea, che una materia istessa potesse produrre tanti, e tanto varj fenomeni perchè potesse essa avere secondo le diverse circostanze una serie d' infiniti gradi d'attività.

660. Certamente i fuochi di S. Elmo sono veri fiocchi, o vere stellette elettriche; ed oltre le prove di sopra arrecate un'altra ne somministra Cardano *nel lib. II. de subtil. pag.* 60., dove afferma, che quando un fuoco di S. Elmo cade dall'albero del vascello, egli fonde

(*a*) Musschenbroekio, delle di cui osservazioni mi sono servito, ha molto acutamente ricavato dalle osservazioni medesime molte analogie dell'Aurore boreali colle nuvole elettriche, o fulminanti. Non vi trova altra differenza, se non se che le nuvole, le quali formano l'Aurore boreali, sono più rare. Si veda il §. 1670. della di lui Fisica.

(*b*) Si veda il §. 1663. della Fisica del medesimo Autore.

fonde i bacili di metallo, e fa perire il vascello; e questo abbiamo veduto essere l'effetto della materia fulminante (*c*).

661. Questione. Le fiamelle innocenti, che scherzano su capeli de' bambini, non sono elleno lo stesso elettrico vapore, che abbiamo visto scintillare, e fare i movimenti elettrici negli uomini. Questo vapore, che si spanda da capeli corpi originalmente elettrici, non dovrà fare i soliti scoppi, e per la sua rarità, e perchè si diffonde non attraversando l'aria immediatamente, ma attraverso agli aliti, che intanto s' osservano a fumare, e traspirare dalla testa de' bambini; *si vedano le istituzioni Wol.* p. 466.

662. Questione. E gli fochi fatui, che in diverse circostanze, e rispetto a diversi corpi s' accostano, e si slontanano, non pare ne indichino con questi movimenti l'indole della materia elettrica (*a*).

663. Ma non arrestiamone sulla faccia della terra; che non meno vari, che nell' atmosfera ci si manifestano ne' luoghi sotterranei i fenomeni dell'elettricismo naturale. Hanno i sotterranei i loro fochi fatui, hanno i loro globi fulminanti. Musschenbroekio *(168) della Fisica* dice, che nelle neve di carbon fossile d' Olanda si vedono frequentemente simili fuochi fatui. Hales nella de-

 scri-

(*c*) Alcuni spacciano per favola questo detto di Cardano. Ma ora è certo, che i fuochi di S. Elmo sono vero vapore fulminante, il quale, se si scaglia in scintilla, non v'ha dubbio, che possa produrre e questo, e molti altri effetti. Mi pare troppo comune, e pernicioso questo costume d' alcuni moderni, che rigettano tralle favole alcune osservazioni degli antichi, perchè o sono elleno rare, o non ne intendono essi la ragione. Mal si misura la natura co' limiti dell' intelletto nostro.

(*a*) So attribuirsi comunemente allo spingimento dell' aria i movimenti de' fuochi fatui: ma v' hanno esempi di simili fuochi, i quali anzi che discostarsi, s' accostano; lo che non è conforme a questa spiegazione. So pure, che Scheuchzero ha osservato alcune nuvolette di moscherini lucenti, ed ha preteso, che tutti i fuochi fatui si debbano credere non altro, che un' amassamento di simili lucciole, e che molti naturalisti principalmente i Signori Willugbbi, e Ray pensano similmente. Ma nel Saggio delle Transazioni abbreviate da Lovvtorp tom. 50. con molte osservazioni si confuta la troppa estensione di sì fatta opinione.

ſcrizione del ſuo ventilatore pag. 28., annoverando le quattro ſpecie di vapori oſſervati da quelli, che travagliano nelle miniere di Derbyſchire: „ La quarta ſpecie, dice, è un vapor fulminante, che
„ raſſomiglia per la ſua natura, e per i ſuoi effetti alla polvere di
„ canone, o alla materia, che produce il fulmine. Allora che que-
„ ſto vapore s' infiamma egli uccide per l' impeto, con che ſi ſcaglia,
„ medeſimamente che il fulmine, o la polvere a canone.

664. Di sì fatte eſalazioni parlano nelle tranſazioni anglicane compendiate da Lovvtorp tom. II. dalla pag. 373. fino alla pag. 381. il Cavaliere Roberto Moray, il Dottor Brovvn, il Signor Jeſſop, il Signor Ruggiero Moſtyn, il Signor Beaumont.

665. Ma più chiari indici della natura elettrica di sì fatte evaporazioni ha raccolto ne' ſuoi viaggi, che per lo ſtudio delle miniere ha fatto con incredibile diligenza, il Signor Cavaliere di Rubilant. In un manoſcritto, che a tal' uopo s' è procacciato, queſto ſi legge di ſimili vapori.

666. „ *Il fuoco ſelvatico*, *od aria battente* appare per lo più nelle
„ miniere antiche, ne' luoghi da gran tempo diroccati, ovvero do-
„ ve v' hanno acque morte in pozzi antichi. Queſto fuoco ſi ſta
„ inviſibile: ma, ſe s' avvicina una candela acceſa, tira ſubito a ſe
„ la fiamma, la allunga, la aſſottiglia, e la riduce acuta, come
„ la punta d' un ago; dal che i vapori s' accendono, e con gran
„ romore atterranno ogni coſa, che gli ſi oppone, ed uccidono,
„ appunto come fa la folgore, o cagionano per lo meno piaghe
„ nella carne, le quali ſono difficiliſſime a curarſi. Il miglior ſpe-
„ diente in tali urgenze, egli è di metter ſubito la faccia a terra,
„ finchè il romore è paſſato; ed in queſta guiſa ſi ſono di già ſal-
„ vati alcuni.

667. *Queſtione*. Non s' adunerebbe queſt' *aria battente* ne' luoghi diroccati, ove ſi foſſe interrotta dalle rovine la circolazione, che probabilmente eſſa fa ſotterra? Non interromperebbero ſimilmente il corſo a dett' *aria* l' acque ſtagnanti ne' pozzi antichi? Certamente l' allungarſi, e aſſottigliarſi verſo di dett' aria la fiam-

mel-

mella della candela è un fenomeno, cui abbiam veduto avvenire il simile per l'elettricismo, che dal quadro di Franklin attraverso a simile fiamma si diffonde (lib. I. c. VIII.); e lo scoppio, le rovine, le ferite, le stragi, che cagiona, sono i veri caratteri della folgore. E lo stesso spediente di gettarsi boccone per terra avvalora queste congetture; che in tal caso il vapore non attraverserà il corpo degli uomini in tanta densità: ma si compartirà nella terra; onde sarà minore il colpo, ed il pericolo.

668. Che s'accumuli questo vapor elettrico ne' luoghi sotterranei, ove gli sia interrotta la circolazione, pare lo confermi un altra notizia comunicatami dallo stesso diligentissimo Cavaliere:
„ Nella miniera di rame di Riegelsberg nel Tirolo dopo un giorno, dic'egli, che non si lavora, quando i minatori entrano di nuovo, la fiamma della candela comincia a prendere un colore azzurro, ed a tremare. Subito i minatori si gettano colla faccia per terra, e si sente un grande scoppio „. L'avvenire questo fenomeno dopo un giorno, che non si traffica nella miniera, indica certamente, che in quel giorno s'accumula la materia fulminante, la quale in altri giorni pel corpo de' minatori, o pe' loro utensili insensibilmente trascorre.

669. Penso, che non si arresti sotterra ozioso il vapor elettrico, il che è molto conforme alla somma attività, e mobilità del medesimo, e alle leggi della natura, che nulla in niun luogo fa, o colloca di superfluo, e le forze d'ogni sostanza ovunque esistente adopera in produrre effetti, e ad esse forze convenienti, e alle sostanze sulle quali le impiega. Dunque congetturo, che circoli esso vapore in particolare maniera per alcuni particolari sotterranei corpi; imperocchè la sua grande attività non ne farebbe essa pensare, che sia egli il principio motore del fuoco centrale, che i Filosofi hanno riconosciuto dentro alla terra, e cui hanno attribuite non solo la generazione de' metalli, e minerali, ancora i gran cambiamenti di calcinazione, vitrificazione, petrificazione, dissoluzione ec., che in diversi corpi giacenti sotterra nel decorso degli

 anni

anni si vedono accadere? Ma per ora in questa parte ne manca l'analogia di simili effetti nell'elettricismo artificiale. Conosciamo alcuni effetti di questo, che avvengono per la massima attività, che eccitiamo in lui per alcun breve tempo. Gli effetti, che possa esso produrre operando blandamente, lentamente, e per lungo tempo, quanto sono più lenti, e quanto sono più piccoli i successivi loro ingrandimenti, tanto sono più difficili a scoprirsi. Primieramente perchè appunto l'arte vien meno in conservare in certo stato costante operazioni assai durevoli; in secondo luogo, perchè i nostri sensi non s'accorgono de' cambiamenti minimi; e finalmente perchè i cambiamenti, che possono accadere ne' corpi per un lento, e durevole elettricismo dell'arte, ci si debbono confondere co' cambiamenti, che può produrre l'elettricismo della natura.

670. Dunque atteniamoci per ora a' cambiamenti massimi del globo terraqueo, e vediamo, se in essi influisca in alcun modo l'elettricismo medesimo. Plinio dice, che quello, che è in terra il tremuoto, è il tuono nelle nuvole. Non sarebbe questa una di quelle verità, che si deridono dal volgo, perchè maravigliose? Esaminiamola.

671. Primieramente la qualità degli effetti, che si producono pe' tremuoti non è diversa dalla qualità degli effetti, che si producono per l'elettricismo artificiale, ovvero per l'elettricismo delle nuvole, che abbiam veduto non differire dall'artificiale, che nell' intensità. Ne tremuoti si sente d'ordinario un romore sordo, che assai ampiamente s'estende, ed esso talora è accompagnato da orrendi scoppi. Così Dione nel libro dell'incendio del Vesuvio accaduto l'anno 81. descrivendo i tremuoti, che ne seguirono, dice, che si sentivano dalle caverne sotterranee de' scoppi somigliantissimi a' tuoni. E questi romori non sarebbero essi analoghi allo scoppio delle scintille elettriche, o delle folgori? In verità pare, che talora ne' tremuoti siasi visibilmente manifestato il vapor elettrico.

672.

672. L'anno 1743. nel mese di Marzo sentj in Palermo un tremuoto verso l'ora di mezza notte. Alla prima ondulazione fui desto, e corsi sopra una terrazza d'onde potea scoprire tutto il contorno di Palermo. V'era appena giunto, che sentj un'altra scossa, e nello stesso istante vidi alzarsi una fiamma verso Monreale. Essa nella luce non differiva di molto dalle colonne dell'Aurora boreale, si estese molto in lunghezza, ed orizzontalmente, e in un atimo fischiando attraversò in alto la Città direttamente verso il mare, dove si attuffò, sicchè ne sparse di luce la superficie dell' acqua; nello stesso punto successe un'altra scossa, e seguì uno scoppio assai forte.

673. Talora pare, che certa specie di vere folgori abbia cagionati veri tremuoti. L'Istoria dell'Accademia di Parigi all'anno 1700. riporta, che addì 7. Gennajo dello stesso anno gli abitanti dell'Hague nella bassa Normandia viderò in aria un fuoco, che avea la figura d'un albero, e parve cadere, e perdersi in mare con romore, che fece tremare due grossi villaggi situati sul lido.

674. Ora da quanto s'è detto dell'elettricismo artificiale, che rumoreggia saltando attraverso i corpi originalmente elettrici, e dell'elettricismo delle nuvole, che tona orrendamente saltando per l'aria d'una in un'altra nuvola, egli è manifesto, che similmente se per qualunque cagione di fermentazione od altto s'aduni od acciti sotterra gran copia di elettrico vapore, e indi scorra a' luoghi, che meno n'abbondano romoreggierà attraversando d'uno in un altro corpo inegualmente elettrico; e se talora dovrà saltare attraverso a' corpi resistenti, si condenserà, finchè acquisti forza di attraversargli, e nel salto scoppierà, e tonerà altamente.

675. E la cagione di sì fatti rumoreggiamenti sarà la stessa, che scuoterà, e rovescierà i diversi terrestri corpi, e v'indurrà i portentosi cambiamenti i quali sappiamo dall'istorie, e dall'esperienza avvenire pe' tremuoti.

676. Provatevi a tener tralle dita le due lastre di vetro, mentre per la foglia metallica tra esse rinchiusa attraversa una scintil-

let-

letta elettrica, ſentirete vibrarviſi le dita aſſai fortemente, e vi guarderete da replicar l'eſperienza con ſcintille più forti. Non vedete con quanta forza ſimile ſcintilletta dilata l'aria, e l'acqua, e ne ſpezza i cannelli di vetro? Ma queſte immagini ſono troppo minute, e ſi perdon di viſta a fronte delle rovine, ed eccidi, che cagionano i tremuoti. Non mirate con che impeto la folgore, e ſquarcia le nubi, ſicchè le roveſcia in diluvi d'acqua? e ſchianta i più maſſici edifici, ſicchè giunge a farne tremare i corpi aſſai lontani?

677. Ora per comprendere come lo ſteſſo vapore, che fulmina in cielo, poſſa ſcuotere anche più orrendamente ſotterra, ponete in ſerie per una parte gli effetti dell'elettriciſmo artificiale, gli effetti dell'elettriciſmo delle nuvole, e gli effetti de' tremuoti; e per l'altra i corpi, che in queſti tre diverſi caſi ſi elettrizzano; ed aſſumete per ipoteſi ciò, che s'è aſſai bene provato (cap. III. l.I.), che gli effetti del vapor elettrico ſono proporzionali alla quantità di lui, ed alla eſtenſione de' corpi, pe' quali ſi diffonde. Poi conſiderate la grande ampiezza de' diverſi ſotterranei corpi, la gran copia di vapore, che debbono rinſerrar nel loro ſeno le miniere tutte, principalmente le zolfatare. Anzi avvertite, che tutto il vapor elettrico, che fa sì ſtrepitoſi effetti nell'atmosfera non è, che una parte infinitamente piccola di quell'immenſo vapore, che ſtaſſi rinchiuſo entro la terra; e non avrete difficoltà a ſcorgere una ben giuſta proporzione nella ſtabilita ſerie, e comprenderete, che, ſe una ſcintilla ſcioglie una foglia d'oro, e ſe una folgore ſcioglie un acquedotto di piombo, potrà un tremuoto ſciogliere, e rigettare aſſai ampiamente i filoni interi delle ſotterranee miniere (*a*). Vedrete che ſe

(*a*) Appreſſo i Scrittori di Metallurgia non mancano eſempi di miniere metalliche guaſte, ſciolte, e roveſciate da' tremuoti; le lave, che sboccano da' Vulcani non ſolo contengono ſale, zolfo, e petrolio; ma abbondano anche di parti di antimonio, e di marcaſſite, e di biſmuto; anzi contengono evidentemente parti di ferro, che ſono tratte dalla calamita; e ſe ſi creda all' occhio, contengono parti ſomigliantiſſime all' argento,

se una scintilla fa fumare poca polvere di zolfo, se una folgore ne infesta d'odore assai ampiamente i luoghi, pe' quali scoppia; il vapore, che si scagli sotterra, e produca un tremuoto, dovrà poter infiammare le intere zolfatare, ed eccitare vastissimi incendj (*a*).

Co-

argento, ed oro. Ora il principio attivo, che eccita i Vulcani per universale consentimento è lo stesso, che produce i tremuoti; ed abbiam veduto essere appunto attissimo il vapor elettrico ad accendere zolfi, ed altre materie bituminose, ed a sciorre le parti metalliche.

(*a*) Appunto i paesi più zolforosi sono i più soggetti a' tremuoti; *Si veda Baglivi del tremuoto di Roma, e de' paesi aggiacenti; Buffon nel tom. II. dell' Istoria naturale ec.* I zolfi, le piriti, i pietrogli, ed altri bitumi, corpi originalmente elettrici contengono in se incredibile copia di vapor elettrico; se per alcuna mescolanza s' induca in essi alcuna fermentazione, probabilmente si sprigionerà una quantità di vapor elettrico, cui non saranno più atti a rattenere, cambiandosi la loro natura. Dunque questo vapore si scaglierà attraverso a' medesimi, e gl' infiammerà; farà sforzo d' espandersi ad eguaglianza pe' corpi elettrici per comunicazione, e gli scuoterà; indi seguiranno e gli orrendi mugiti de' Vulcani, e i fumi zolforosi, che ne esalano, e le ceneri, e le torrenti di materia bituminosa vitrificata; indi anche ne seguiranno i tremuoti, che s' estenderanno nelle più lontane contrade. Potranno per altro talora accadere tremuoti, senza che s' aprano nuovi Vulcani, o ne seguano incendi de' vecchi; che potrà dissiparsi sotterra, ed iscorrere assai lungi il vapor elettrico scuotendo, e rovesciando i corpi sovrapposti, senza che abbia forza d' infiammare i zolfi donde si scaglia, e conseguentemente senza che produca Vulcani. E questa spiegazione pare molto conforme all' esperienza, ed all' osservazione. Lemery impastando eguali porzioni di zolfo, e di limatura di ferro, e poi seppellendone la massa sotterra, ne fa vedere a nascere un piccolo tremuoto, cui segue una specie di Vulcano; che alcun' ora dopo sepolta detta materia, la terra, che v' è sopra, comincia a sollevarsi, e dopo diverse scosse s' apre, e s' alza dalla mistura fumo, e talora anche fiamma. Alcuna simile fermentazione pare, che avvenga sotterra, qualora accadono o tremuoti, o incendi de' Vulcani. Così per ordinario i tremuoti sono preceduti da pioggie copiose: *Si veda Baglivi nell' Istoria del tremuoto di Roma, che avvenne l' anno* 1703. E il tremuoto, che s' è sentito ultimamente quì in Torino a' 9. di Marzo, è stato preceduto da un' invernata copiosissima di nevi; e pare non siasi esteso ove le nevi sono state in copia minore; così non s' è sentito

in

Conoſcerete inoltre, che ſe una ſcintilla fa in iſtante, e con forza evaporare alcuna gocciola d'acqua, e ſe la folgore aſciuga vaſi aſſai capaci; dovrà il vapor de' tremuoti con forza incredibilmente maggiore e far evaporare l'acque ſotterranee, e rigettarle con violentiſſimo impeto (a). Finalmente concederete, che ſe una ſcintilla può ſtrittolare alcun vetro, e ſe una folgore può ſchiantare le torri più ferme; potrà il vapor de' tremuoti o ſubbiſſar le montagne, e le iſole intere, o ſollevarne, e quaſi produrne delle nuove.

678. Nè però mentre io dico, che l'eccitamento d'un violento ſotterraneo elettriciſmo ſia la cagione de' tremuoti, rigetto affatto la comune opinione, che eſſi ſieno prodotti dall'accenſione de' zolfi ſotterranei; anzi come ſi può vedere dalla nota del n. , da eſſa ne ripeto il principio: ma non alli zolfi come zolfi parmi ſi debba attribuire tutta l'attività riſpetto a grandiſſimi effetti, che ne ſeguono; ma al vapor elettrico, che da eſſi ſi ſprigiona, come da' corpi originalmente elettrici, mentre fermentando cambian natura. Queſto credo, che in propagandoſi ad eguaglianza, e ſcavendo pe'

in Savoia, ove le nevi non hanno ecceduto la ordinaria quantità. Inoltre ſi sà, che le pioggie fanno fumare oltre modo le zolfatare, e ne eccitano fiamma viſibile, e i fumi ne ſono carichi di umidità, che goccia da un ferro freddo, che vi s' immerga; e ſotto eſſe ſi ſente di continuo un romore come di bollimento d' acqua; ſicchè pare che appunto il meſcolamento dell' acqua co' zolfi, e colle parti delle piriti, che v' abbondano ſia la cagione, che ne eccita la fermentazione. Anzi i vulcani non s' accenderebbono eſſi per l' iſteſſa cagione ? Non ſi dovrebbe indi ſpiegare come talora da alcuni vulcani ſieno uſciti torrenti d' acqua. Si veda la Fiſica del P. Torre tom. II. pag. 250.

(a) Il lodatiſſimo fiume Clitunno, che naſceva nell' ombria tra Spoleto, e Foligno, ed era celebrato da molti Poeti, e Storici latini per la ſua amenità, ed avea tanta ampiezza che ſoſtenea due barchette nel tremuoto del 446., che ſcoſſe Coſtantinopoli, e gran parte dell' Europa ſi ſmarrì quaſi tutto. Per l' oppoſto il tremuoto, che l' anno 1695. diſtruſſe Bagnarea Città del Patrimonio di S. Pietro fece naſcere nelle campagne d' intorno divers' acque ec. Poichè ſono le ſtorie di tremuoti, in che non s' abbiano ſimili eſempi.